



EUROPEAN Geographical Studies

Has been issued since 2014.
E-ISSN 2413-7197
2018. 5(1). Issued once a year

EDITORIAL BOARD

Dr. Rybak Oleg – Scientific Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Sochi, Russian Federation (Editor-in-Chief)

Dr. Elizbarashvili Elizbar – Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia (Deputy Editor-in-Chief)

Dr. Abdrakhmatov Kanat – Institute of seismology NAS, Bishkek, Kyrgyzstan

Dr. Barmin Aleksandr – Astrakhan State University, Astrakhan, Russian Federation

Dr. Basilashvili Tsisana – Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

Dr. Chincharashvili Iza – Iakob Gogebashvili Telavi State University, Telavi, Georgia

Dr. Deene Shivakumar – Central University of Karnataka, Karnataka, India

Dr. Kalinichenko Valerii – Don State Agrarian University, Persianovsky, Russian Federation

Dr. Rajović Goran – International Network Centre for Fundamental and Applied Research, Russian Federation

Dr. Tikunov Vladimir – Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Journal is indexed by: **CiteFactor** (USA), **CrossRef** (UK), **EBSCOhost Electronic Journals Service** (USA), **Electronic scientific library** (Russia), **Open Academic Journals Index** (USA), **Sherpa Romeo** (Spain), **Universal Impact Factor** (Australia).

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 1367/4, Stara Vajnorska
str., Bratislava – Nove Mesto, Slovak
Republic, 831 04

Release date 15.09.18.
Format 21 × 29,7/4.

Website: <http://ejournal9.com/en/index.html>
E-mail: evr2010@rambler.ru

Headset Georgia.

Founder and Editor: Academic Publishing
House Researcher s.r.o.

Order № 115.

European Geographical Studies

2018

Is. 1

CONTENTS

Articles and Statements

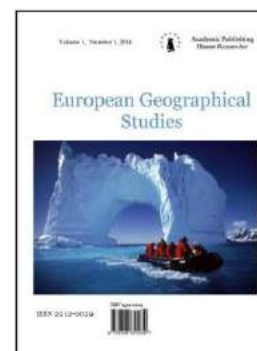
Hydrological Regime of the Territory of the Sochi Black Sea Region N.A. Bitukov	3
Towards the Analytical Approximation of Weathering Forms based on Fitting of the Geomorphological Structures by the “Tafeln Höherer Funktionen” Profile Database A. Bolkhovitinoff, V. Krukowskikh, O. Gradov	21
Who Is Still Engaged in Agriculture in Vojvodina? M. Bubalo-Živković, B. Kalenjuk, T.Lukić, B. Đerčan	32
Fauna and Flora Biodiversity in Saros Bay R. Ilgar	42
Blizzards on the Territory of Georgia E.Sh. Elizbarashvili, M.E. Elizbarashvili, L.G. Kartvelishvili, M.G. Pipia, S.E. Elizbarashvili	50

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7197
2018, 5(1): 3-20

DOI: 10.13187/egs.2018.1.3
www.ejournal9.com



Articles and Statements

Hydrological Regime of the Territory of the Sochi Black Sea Region

Nikolai A. Bityukov ^{a, *}

^a Sochi national park, Russian Federation

Abstract

In article results of researches of river pools of a various rank of territory of the Sochi Black Sea Coast, their hydrological characteristics, a mode and territorial distribution of elements of a river drain are stated. The analysis of geographical factors of formation of a drain has allowed to receive the specified estimation of spatial distribution of its characteristics taking into account the sizes and height of reservoirs, empirical dependences for calculation of an annual drain in the conditions of an insufficient hydrological level of scrutiny are offered.

Keywords: The Sochi Black Sea Coast, river network, streamflow, calculations of the maximum drain.

1. Введение

Исследуемая территория является частью Северо-Западного Кавказа, именуемая также Черноморским побережьем Кавказа, и включает территорию Сочинского национального парка, а также сопредельную городскую территорию муниципального образования Сочи и часть Кавказского госзаповедника. Поскольку речная сеть здесь формируется как единое целое и является результатом взаимодействия сложных физико-географических процессов (климатических, гидрологических, геоморфологических и других), целесообразно общую территорию обозначить как **Сочинское Причерноморье**. Особенностью этой территории в гидрологическом отношении является то, что район представляет собой комплекс замкнутых речных бассейнов с геоморфологически очерченным контуром, внутри которого происходит весь процесс круговорота влаги. Осадки, выпадающие в бассейнах рек в виде дождя и снега, частично уходят на испарение и транспирацию, но большей частью возвращаются поверхностным и подземным стоком в море.

Речная сеть в горных условиях представляет собой как систему постоянно действующих водотоков, так и те временные (нерусловые) потоки, которые завершают процессы **склонового стока** и переносят размывый склоновый материал в постоянно действующие водотоки. Поток (долина) I порядка является физической границей, разделяющей ручейковую склоновую сеть и речную сеть. Этим устанавливается единство процессов формирования речного стока и рельефа суши (**Ржаницын, 1960**).

* Corresponding author
E-mail addresses: nikbit@mail.ru (N.A. Bityukov)

Экспериментальные исследования по данной теме имеют длительный характер и включают наблюдения на реках Сочинского Причерноморья, проводимые сетью гидрологических постов Росгидромета, а также изучение склонового стока на лесогидрологических стационарах лесных ведомств (НИИ горного лесоводства и экологии леса), и экспедиционных работ, проведенных в бассейнах основных рек региона. Исследования проводились большим числом ученых и технических работников многих коллективов Гидрометслужбы, лесных ведомств, а также Одесского Гидрометеорологического института, за что автор выражает им искреннюю благодарность в сотрудничестве.

Для формирования речной сети Сочинского Причерноморья очень важное значение имеет рельеф района. На основе генетических и морфологических различий на территории Сочинского Причерноморья можно выделить четыре высотные зоны, характеризующиеся своими специфическими типами и формами рельефа. **Первая** – зона высокогорного альпийского эрозионно-тектонического рельефа – расположена на высоте более 1800 м над уровнем моря; **вторая** – зона среднегорного эрозионно-тектонического и эрозионно-денудационного рельефа на высоте 600-1800 м; **третья** – зона низкогорного эрозионно-денудационного рельефа на высоте 200-600 м; **четвертая** – зона полого-холмистого эрозионно-тектонического и абразионно-тектонического рельефа – до 200 м над уровнем моря.

Зона высокогорного альпийского рельефа занимает юго-восточную часть территории (верховья рек Шахе, Мзымты, Псоу) в пределах Главного Кавказского хребта и его отрогов. Высокогорная зона характеризуется сложным эрозионным расчленением с элементами гляциального рельефа. Глубина вертикального расчленения рельефа составляет 800-1000 м, а густота горизонтального расчленения – 0,8-1,2 км/км². Крутизна склонов колеблется в широких пределах – от 20 до 45° и более.

Зона среднегорного рельефа имеет наиболее широкое распространение и охватывает около 70 % площади рассматриваемой территории. К западу от г.Фишт (2852 м) она занимает верхнюю приводораздельную часть склона Главного Кавказского хребта, а к востоку – представлена рядом продольных и поперечных хребтов с абсолютными высотами от 500 до 1100 м. К числу наиболее крупных продольных хребтов широтного направления относятся : Алек, Пикет, Мамайский, Бытха, Ахун, Ахштырь. Эта зона имеет достаточно глубокую расчленённость с перепадами относительных высот от 200 до 800 м. Густота эрозионного расчленения составляет 0,6-0,8 км/км², сокращаясь до 0,2-0,4 км/км² в пределах карстовых массивов.

Зона низкогорного рельефа прослеживается в виде узкой полосы с небольшими расширениями в долинах рек вдоль всего побережья. На севере от среднегорной зоны она отделяется денудационным уступом. В низкогорной зоне выделяют тип эрозионно-денудационного рельефа. Вертикальное расчленение рельефа здесь не превышает 300 м, а густота эрозионного расчленения колеблется от 0,2 до 0,6 км/км², достигая на отдельных участках 0,8 км/км².

Зона полого-холмистого рельефа прослеживается в виде узкой полосы, расширяющейся вдоль морского побережья, переходя в районе Адлера в приморскую равнину. На всхолмленной поверхности выделяются отдельные хребты (хр. Ахштырь) и куполовидные поднятия (г. Ахун, г. Бытха). Вертикальное расчленение рельефа здесь составляет 50-100 м. Густота эрозионного расчленения – 0,2-0,4 км/км². Преобладают поверхности с уклонами от 5 до 10°.

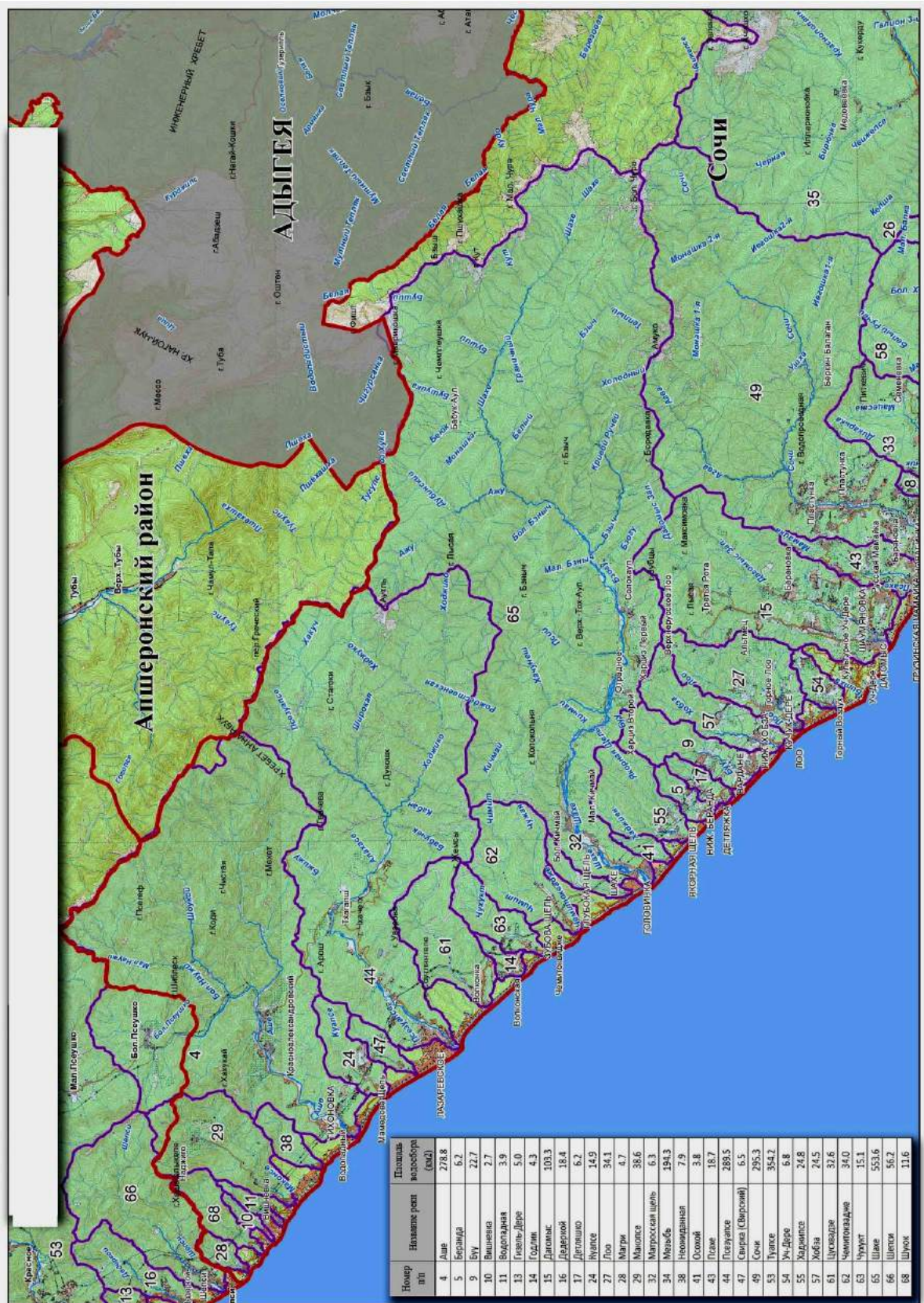


Рис. 1. Водосборы рек центральной части Сочинского Причерноморья (по данным ГКУ Краснодарского края «Территориальный центр мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера»)

2. Материалы и методы

Гидрографическая сеть Сочинского Причерноморья сформирована в соответствии с геоморфологией района (Рисунок 1). Непосредственно в море впадают 36 рек (Таблица 1), а остальные являются притоками первого, второго и следующих порядков. Самая крупная река района – Мзымта (длина L – 89 км и площадь водосбора F – 885 км²). Меньшие размеры имеют реки Шахе (L = 60 км, F = 562 км²), Сочи (L = 45 км, F = 296 км²), Аше (L = 40 км, F = 279 км²). При этом наиболее крупные и водоносные реки располагаются в юго-восточной части побережья.

Таблица 1. Список рек на территории Сочинского Причерноморья, впадающих непосредственно в Черное море

1-ый уровень			2-ой уровень			3-ий уровень		
Истоки рек – Главный Кавказский хребет			Средние реки – истоки на отрогах параллельных хребтов			Малые реки низкогорья		
№ п/п	Название	Площадь, км ²	№ п/п	Название	Площадь, км ²	№ п/п	Название	Площадь, км ²
1	Псоу	428.0	9	Кудепста	86.9	25	Херота	24.8
2	<i>Мзымта</i>	896.4	10	<i>Хоста</i>	96.6	26	Агура	16.9
3	<i>Сочи</i>	295.3	11	Мацеста	67.4	27	Бзугу	14.6
4	<i>Шахе</i>	553.6	12	<i>Дагомыс</i>	103.3	28	Псахе	18.7
5	<i>Псеуапсе</i>	289.5	13	Лоо	34.1	29	Уч-Дере	6.8
6	<i>Аше</i>	278.8	14	Хобза	24.5	30	Детляшко	6.2
7	Макопсе	38.6	15	Буу	22.7	31	Беранда	6.2
8	Шепси	56.2	16	Хаджиписе	24.8	32	Осохой	3.8
			17	Кодеж	6.3	33	Годлик	4.3
			18	Чемитоквадже	34.0	34	Магри	4.7
			19	Чухукт	15.1	35	Вишневка	2.7
			20	Цусхвадже	24.8	36	Водопадная	3.9
			21	Свирский	6.5			
			22	Куапсе	14.9			
			23	Неожиданная	7.9			
			24	Шуюк	11.6			
	Всего - 8	2892,6		Всего - 16	581,1		Всего - 12	113,6

Примечание: Курсивом выделены, реки, имеющие наблюдения за речным стоком.

Как следует из анализа гидрографической сети изучаемого района, всю гидрографическую сеть его можно разделить на три уровня. **Первый уровень** – бассейны рек, имеющих истоки с отрогов Главного (Водораздельного) хребта в пределах высокогорного и среднегорного рельефа). Осевое положение, наибольшие высоты и наиболее древние геологические породы соответствуют Главному Кавказскому хребту, который прорезан долинами рек. Главный хребет в пределах Сочинского Причерноморья имеет высоты от 1425 м на горе Лысой до 3257 м на горе Псеашхо. К этому уровню в пределах Сочинского Причерноморья следует отнести 8 рек: Псоу, Мзымта, Сочи, Шахе, Псеуапсе, Аше, Макопсе и Шепси. Площади их водосборов колеблются от 896 км² (р. Мзымта) до 38,6 км² (р. Макопсе).

Второй уровень – реки, имеющие истоки в соответствии с морфологией региона с хребтов общекавказского простирания, расположенных ближе к берегу моря в пределах низкогорного рельефа. Самый протяженный из этих хребтов – хребет Алек – Ахцу – гора Высокая (1122 м). Более короткие и более низкие хребты расположены ближе к берегу моря:

Пикет, Ахун, Бытха и другие. Хребтами различных направлений разделены бассейны рек и их притоков. Все это многообразие хребтов, отрогов, долин, ущелий образует сложную картину рельефа. Этим рек наибольшее количество – 16, они имеют площади водосбора от 6,3 км² (р. Кодеж) до 103 км² (р. Дагомыс).

Третий уровень – реки, имеющие истоки в зоне полого-холмистого рельефа региона, с площадям водосборов от 2.7 км² (р. Вишневка) до 24.8 км² (р. Херота). Этим рек всего 12 (Таблица 1).

Общая площадь речных бассейнов в регионе составляет – 3587,3 км², из них бассейны 1-го уровня составляют 80,6 % территории, 2-го уровня – 16,2 %, и 3-го уровня – 3,2 % территории. Средние размеры притоков по площади: в бассейне р.Туапсе – 6 км²; р.Псеуапсе – 3 км²; р.Шахе – 2,2 км²; р. Сочи – 2,1 км²; р.Мзымта – 1,5 км²; р.Псоу – 2,7 км². Таким образом, средний размер весомых притоков рек на всей территории составляет от 2 до 3 кв. км, что составляет среднюю длину их от 4 до 6 км.

Теоретические исследования процессов формирования стока на изучаемой территории показали, что в процессе стекания атмосферных осадков по земной поверхности следует различать три характерные формы стока при сформировавшемся рельефе поверхности суши. **Первая форма – склоновый**, или «плоскостной», сток. Это сток, осуществляющийся струйками, образующимися на поверхности земли настолько густо, что с известным допущением его можно принять за плоскостной. На некотором удалении от водораздела эти струйки начинают группироваться в более крупные, которые могут уже достаточно интенсивно размывать поверхность склона. Размывая ее, они создают своеобразный вид поверхности склона с бороздами – это **вторая форма** поверхностного стока.

Группируясь далее во все более и более крупные струйки, усиливая свою эродирующую способность, они образуют мощный поток, который в процессе своей деятельности вырабатывает свою долину – первичное морфологическое образование. Такой именно поток и принимается как **приток I порядка основной реки**. Этому условию отвечает по классификации, принятой в геоморфологии, «ложбина стока» – вытянутое углубление с пологими склонами, покрытыми растительностью, и неясно выраженной бровкой. Это так называемые **элементарные водосборы**.

Слияние двух потоков 1-го порядка создает долину II порядка. Далее последовательно возникают ручьи, речки, малые реки, средние реки, большие реки, водные магистрали с соответствующими подразделениями на классы. Следуя выводам теории формирования стока, можно заключить, что формы **склонового и руслового стока** должны изучаться отдельно, поскольку закономерности генезиса этих форм резко различны.

Величину **склонового стока** и его распределение на поверхностную и внутрипочвенную составляющие определяет сочетание графика дождя, глубинной инфильтрации, поверхностного впитывания и почвенного задержания. При формировании **руслового стока** к числу основных гидрографических характеристик можно отнести: **длину потоков, площадь водосбора, число потоков различных порядков** в речной сети данного порядка. Особое значение при этом приобретают гидравлические характеристики открытого руслового потока. Горные реки имеют свои характерные особенности, состоящие в том, что открытое русло занято поверхностным водным потоком, а часть этого потока движется в подрусловых галечно-валунных отложениях. В связи с увеличением объема этих отложений от истока к устью, на основных реках региона объем измеренного стока уменьшается. Так, для р. Мзымта на участке от Красной Поляны до пос.Кепш уменьшение стока оценивается в среднем около 200 мм за год.

Результаты исследований гидравлики речного стока на 6 реках Сочинского Причерноморья показали, что при изучении русловых процессов определение энергетических потерь в русловых потоках является одним из важнейших задач как с точки зрения теоретической, так и практической. Доказано, что в практике гидротехнических расчетов открытых русел необходимо пользоваться формулой Шези для определения скорости равномерного движения в руслах, при этом важным является вопрос определения коэффициента шероховатости.

Исходя из анализа обработанных натуральных данных по коэффициенту шероховатости (КШ), нами сделан вывод: чем большим запасом кинетической энергии обладает поток, тем большее её количество этот поток (в естественном состоянии) должен затратить на

преодоление путевых сопротивлений, т.е. тем больше КШ. Это объясняется взаимодействием потока с руслом: увеличение скоростей резко повышает транспортирующую способность потока. По тем же причинам коэффициенты шероховатости будут больше для перекатов, чем для плёсовых участков рек, должно также наблюдаться уменьшение КШ от истока к устью реки. Интересно отметить, что для зарегулированной реки (устроены бетонные береговые стенки - гидроствор р. Сочи – г. Сочи) коэффициенты шероховатости оказались наименьшими в сравнении с другими – незарегулированными – реками. По результатам выполненного исследования сделаны следующие выводы.

Разработанными закономерностями доказано, что русло каждой реки при определенном расходе воды имеет наибольшую пропускную способность, больше или меньше которой пропускная способность уменьшается. Этот **оптимальный расход** является **руслообразующим**. Для расходов, больших руслообразующего расхода, увеличение коэффициента шероховатости связано с увеличением насыщенности водного потока влекомыми и взвешенными наносами. **При достаточно больших скоростях течения (более 3-5 м/с) теряется четкая граница между потоком воды и дном русла, а сама река практически зачастую представляет водно-грязевый селевый поток.**

2. Обсуждение

Реки Сочинского Причерноморья имеют ярко выраженный паводочный водный режим (Таблица 2). Паводки в подавляющем большинстве имеют дождевое и ливневое происхождение. Средний модуль стока рек составляет 60-70 л/сек с 1 км² и значительно увеличивается от устьев рек к истокам.

Таблица 2. Геоморфологические характеристики бассейнов основных рек (первый уровень) Сочинского Причерноморья

Название реки	Длина, км	Высота истока, м	Средний уклон %	Площадь водосбора, км ²	Количество притоков	Общая длина притоков, км	Средняя высота водосборов, м	Средний расход воды, м ³ /с
Туапсе	35	350	10	352	57	197	335	15.3
Псезуапсе	39	1320	34.2	290	100	243	683	17.6
Шахе	59	1620	27.4	553	250	517	854	36.8
Сочи	45	1814	40.3	296	143	195	720	18.4
Мзымта	89	2400	27	885	577	1025	1309	46.5
Псоу	53	2517	47.5	421	158	430	1110	19.3

В маловодные годы некоторые реки в устьевых частях полностью теряют поверхностный сток. Число паводков составляет в среднем 25-30 в год. Паводки (особенно летние) характеризуются кратковременностью (в среднем до 2-3 суток) и большой интенсивностью подъёма уровня воды (от 1-2 до 4-5 м и более). Средняя их продолжительность равна 5-6 суткам. Руслоформирующие паводки возникают при выпадении интенсивных ливней, превышающих 80 мм. Исторические паводки селевого характера на крупнейших реках района прошли в конце июня 1956 года, в августе 1960 года, в июле 1989 года, в июле 1991 года и др.

В Таблице 3 приведен перечень базовых гидрометрических постов Росгидромета, имеющих наблюдения за стоком.

Таблица 3. Перечень гидрологических постов с наблюдениями за расходами воды (средние за месяцы) на территории Сочинского Причерноморья

Гидрологический пост	Период наблюдений (годы)	Площадь водосбора, км ²	Норма годового стока по наблюдениям, мм	Пределы изменений годового стока, мм
р. Туапсе – г. Туапсе	1944-1996	351	1170,6	619-1981
Р. Аше – с. Аше	1955-1990	282	1506,2	343-4192
р. Куапсе – Мамедова Щель	1945-2005	14,6	1384,8	44-2889
р. Пезуапсе – с. Татьяновка	1955-1992	255	1708,6	947-2563
р. Шахе – с. Солох-Аул	1935-2005	423	2108,8	1328-3164
р. Псий – с. Тух-Аул	1945-1988	20,4	1839,7	1127-3294
р. Зап.Дагомыс –п. Дагомыс	1974-2005	49,0	1592,9	844-2720
р. Сочи – г. Сочи	1944-2005	296	1747,2	1002-2809
р. Сочи – с. Пластунка	1927-2014	238	1993,3	916-3017
р. Хоста – пос. Хоста	1935-2005	98,5	1622,1	974-2440
р. Мзымта – р.п. Кр. Поляна	1926-2003	510	2108,3	1245-3159
р. Мзымта – пос. Кепш	1925-1968	798	1712,9	1009-2740
р. Мзымта – Казачий Брод	1967-2004	839	2058,6	1308-2747

По данным наблюдений на этих гидрометрических постах были рассчитаны коэффициенты стока основных рек Сочинского Причерноморья, представляющие долю выпадающих осадков, стекающих с водосборов. При этом норма осадков для каждого бассейна взята по результатам измеренных на сети Росгидромета (Таблица 4). Если принять в расчет материалы наблюдений за стоком и осадками на водосборах, приведенных в Таблице 4, то получим нереальные данные по коэффициентам годового стока (от 0,73 до 1,37), что свидетельствует о том, что осадки, измеренные на метеостанциях, не могут характеризовать действительные нормы осадков для бассейнов рек.

Таким образом, для дальнейших расчетов норм осадков в бассейнах основных рек региона приняты величины плювиометрических градиентов (повышение осадков с высотой), полученных непосредственными наблюдениями (Битюков, 2018):

- для холодного периода (с 1.XI по 30 марта гидрологического года) равен 5,3-4,9 % на каждые 199 м подъема, а в среднем 5,0 % на каждый 100 м подъема;

- для теплого периода (с 1 апреля по 30 октября) плювиометрический градиент равен 3,6-4,2 % на каждые 100 м подъема, а в среднем 4,1 % на 100 м.

Следует отметить, что величина плювиометрического градиента в некоторой степени зависит от интенсивности ливня. Так, для исключительно интенсивного ливня в июле 1956 г. по данным МС Красная Поляна и МС Ачишхо плювиометрический коэффициент получен равным 9,7 % на 100 м.

По данным наблюдений были построены графики связи норм годовых осадков для метеостанций, расположенных в бассейнах основных рек Сочинского Причерноморья (бассейны Мзымты, Сочи и Шахе), а также общая кривая зависимости нормы годовых осадков от высоты над уровнем моря. Полученные зависимости имеют в основном нелинейный характер и характеризуются разными степенями точности – от 0,47 до 0,87. Это свидетельствует о том, что формирование нормы осадков в значительной степени определяется местными условиями, а также точностью наблюдений на метеостанциях. Тем не менее, следует отметить то обстоятельство, что для каждого крупного бассейна рек региона имеются существенные отличия формирования режима осадков.

В Таблице 4 даны расчеты коэффициентов годового стока основных рек региона, полученные с учетом высотных поправок для каждого бассейна. В этом случае коэффициенты годового стока получены равными в пределах 0,67-0,77. Следовательно, средняя величина коэффициента годового стока рек составляет 0,72, или высота слоя стока около 1800 мм.

Таблица 4. Определение среднемноголетнего коэффициента стока по всем водосборам Сочинского Причерноморья

№ п/п	Река, пункт	Средняя высота бассейна, м НУМ	Норма осадков по нижней станции, мм	Сред. слой стока наблюд. мм	Коэфф. годового стока по измерениям	Осадки по эмпирич. зависимости, мм	Коэфф. стока по расчетам
1	р. Туапсе – г. Туапсе	390	1424	1042	0,732	1750	0,595
2	р. Аше – с. Аше	570	1694	1506	0,889	1800	0,837
3	р. Куапсе-Мамедова Щель	380	1672	1550	0,927	1750	0,886
4	р. Псезуапсе – Татьянаовка	760	1672	1709	1,022	1990	0,859
5	р. Шахес. Солох-Аул	1010	2145	2109	0,983	2200	0,959
6	р. Псийс. Тух-Аул	700	2436	1840	0,755	2436	0,749
7	р. Зап. Дагомьс – Дагомьс		1560	1593	1,021	-	-
8	р. Сочи – с. Пластунка	840	1800	1993	1,107	2000	0,996
9	р. Сочи – г. Сочи	720	1664	1747	1,05	1990	0,878
10	р. Хоста – пос. Хоста	480	1635	1622	0,992	1800	0,901
11	р. Мзымта – п. Красная Поляна	1670	1904	2122	1,114	3040	0,698
12	р. Мзымта – пос. Кепш	1380	2199	1713	0,779	2540	0,674
13	р. Мзымта – Казачий Брод	1340	1507	2059	1,366	2450	0,840
14	ЛГС Аибга – 4-й ручей	850	2190	1472	0,672	2190	0,672
	В среднем	853	1821,6	1853	1,017	2149	0,862

В Таблице 5 приведены результаты балансовых расчетов для основных водосборов рек региона с учетом высотных поправок, полученных по гипсометрическим кривым.

Таблица 5. Балансовые расчеты по основным водосборам Сочинского Причерноморья

№ п/п	Бассейн реки	Средняя высота, м	Поправочный коэффициент			Норма осадков по измерениям м	Норма стока, мм	Осадки с учетом поправки, мм	Средний коэффициент стока
			зимних осадков	летних осадков	Нормы осадков				
1	Псоу	1250	1,581	1,469	1,525	1664	-	2538	-
2	Мзымта	1670	1,674	1,544	1,605	1922	2199	3085	0,713
3	Сочи	720	1,409	1,328	1,368	1664	1747	2276	0,768
4	Шахе	1010	1,467	1,374	1,420	2145	2109	3046	0,692
5	Псеуапсе	760	1,390	1,311	1,346	1672	1709	2250	0,760
6	Аше	570	1,32	1,256	1,288	1694	1506	2182	0,690
9	ЛГС Аибга	850			1,106	2190	1472	2150	0,672

Далее были построены карты распределения норм осадков по бассейнам рек в соответствии с высотными зонами каждого бассейна, исходя из среднего плювиометрического градиента, составляющего 4,5 % повышения осадков при подъеме на 100 м высоты. При этом очень важным является расчет нормы осадков в нижних границах бассейнов рек Сочинского Причерноморья:

Бассейн р. Мзымта: (Сочи-Адлер 1993+1847+1864 мм ср.1801 мм);

Бассейн р. Сочи: ср. 1800 мм (Сочи в г. Сочи, Хоста -1635 мм, Адлер – 1503 мм, Молдовка – 1544 мм, Мацеста 1632 мм ср. 1538 мм);

Бассейн р. Шахе: 1700+1672+1690 мм сред 1687 мм (в районе с. Тух-Аул ср 2335 мм);

Бассейн р. Псеуапсе: 1700+1672+1690 мм сред 1687 мм;

Бассейн р. Аше: 1694+1672 мм ср.1683 мм.

Следует отметить, что для построения карт бассейнов рек по высотным зонам были использованы ГИС-технологий (программа ARC-GIS) (С.Д. Самсонов). Ниже приведены карты норм осадков бассейнов рек ([Рисунки 2-7](#)).

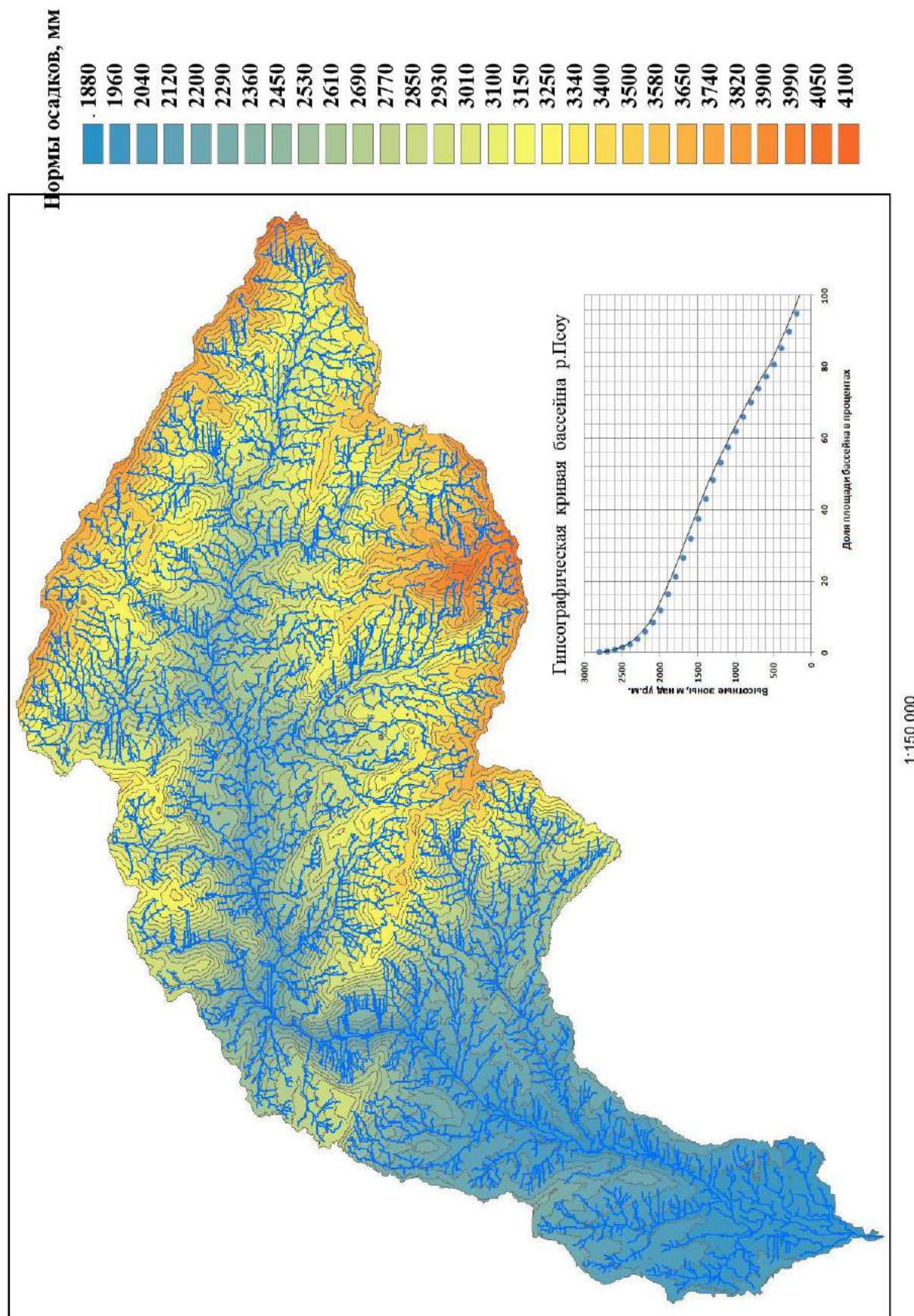


Рис. 2. Карта норм осадков по высотным зонам бассейна реки Псоу

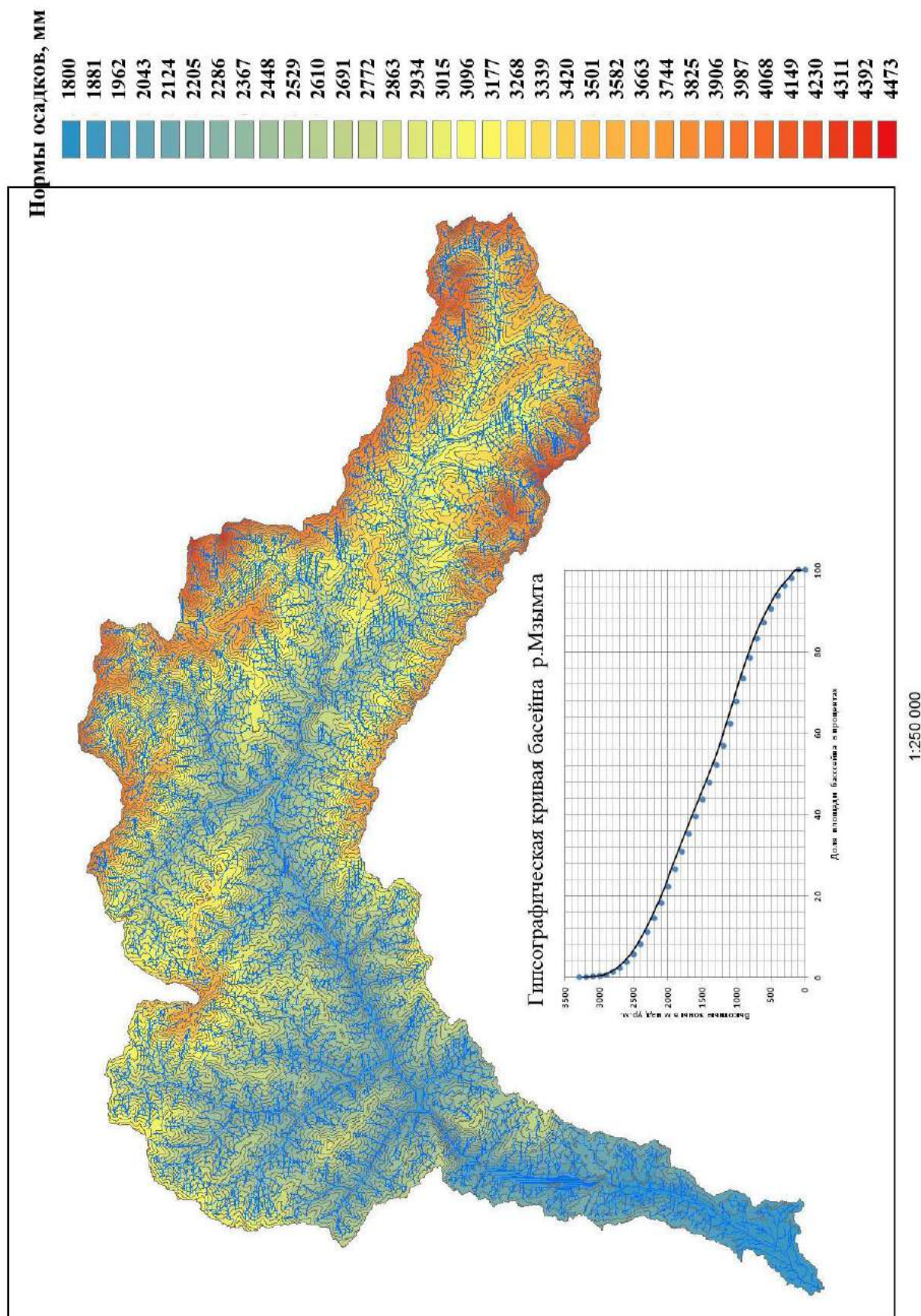


Рис. 3. Карта норм осадков по высотным зонам бассейна реки Мзымта

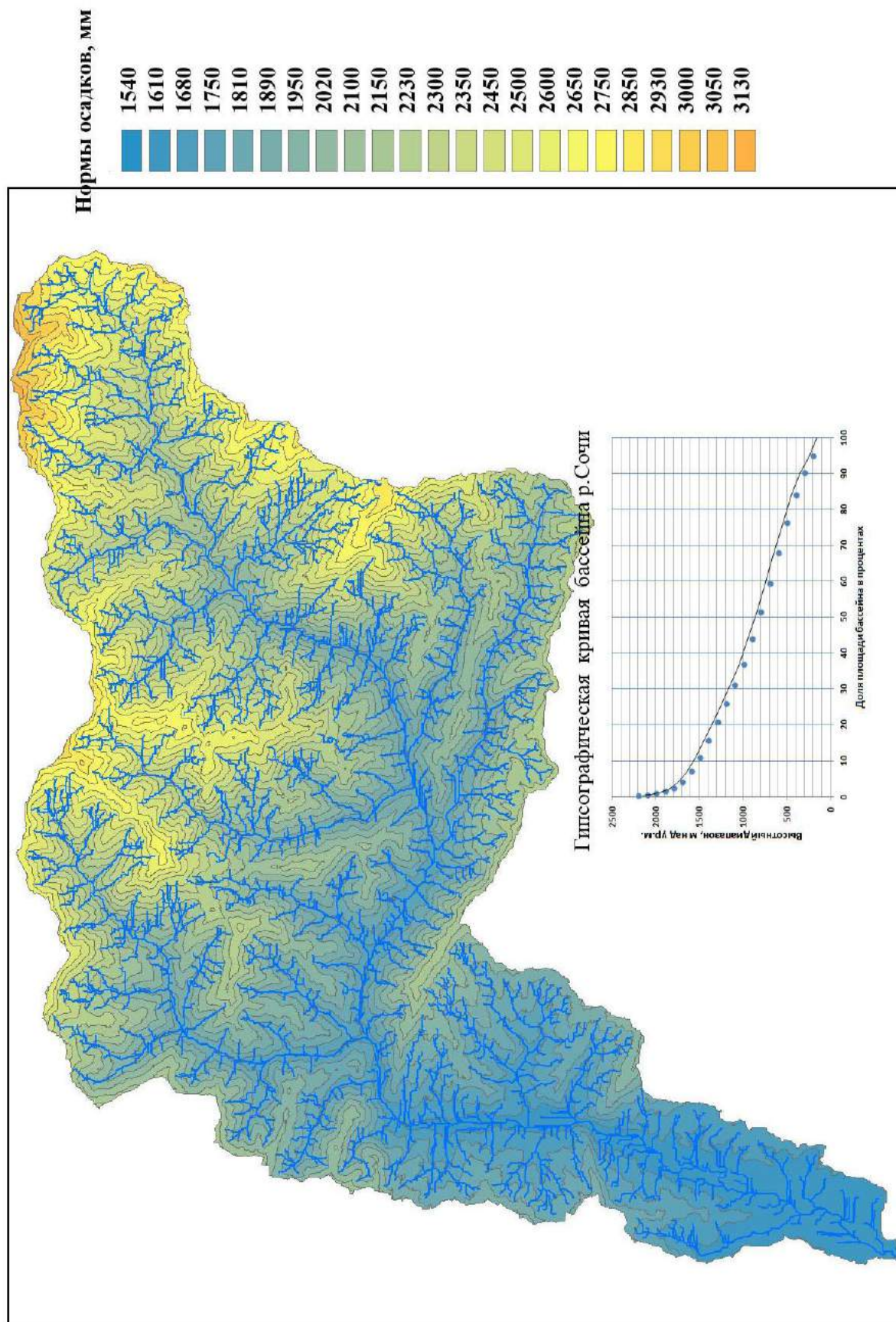


Рис. 4. Карта норм осадков по высотным зонам бассейна реки Сочи

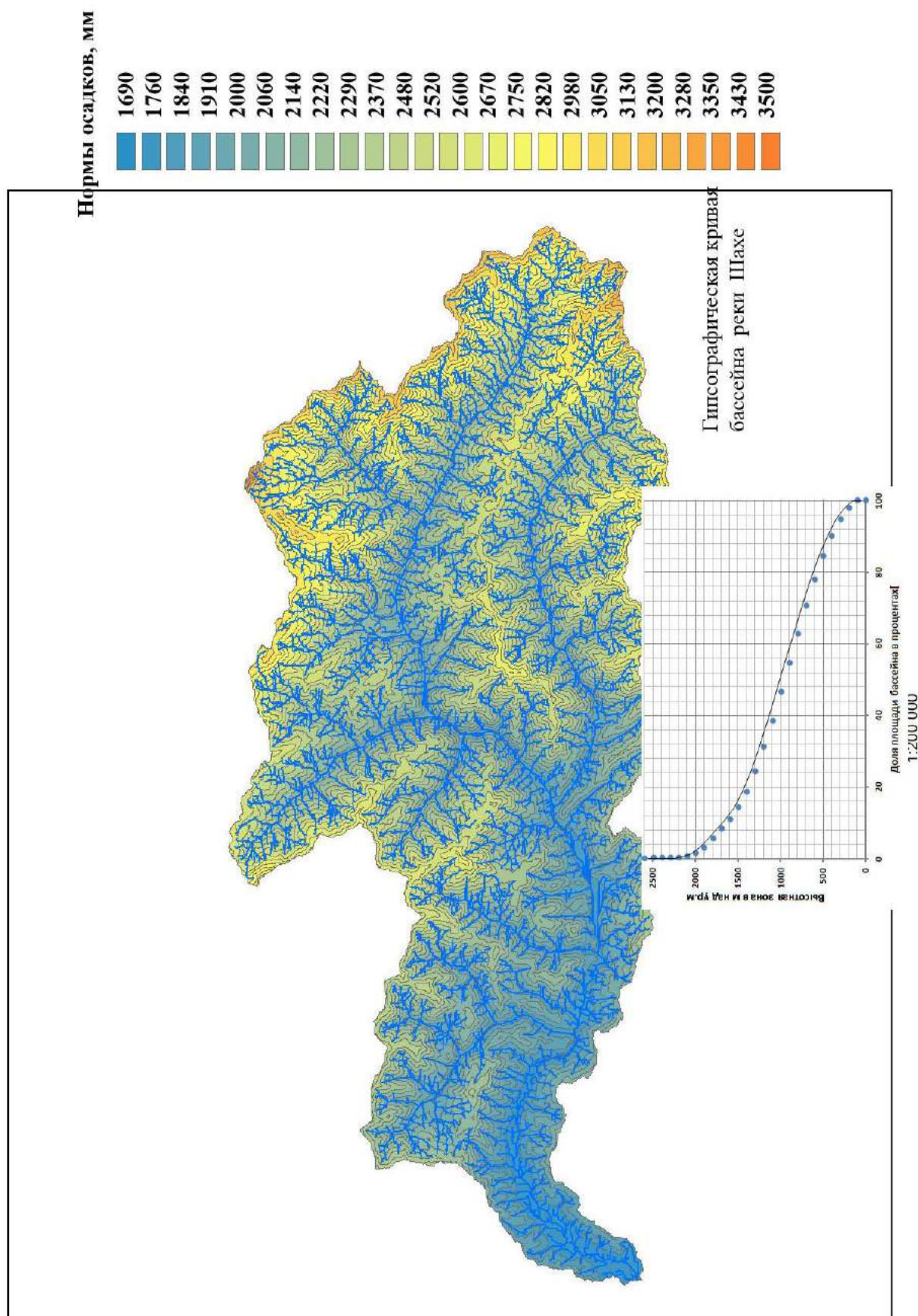


Рис. 5. Карта норм осадков по высотным зонам бассейна реки Шахе

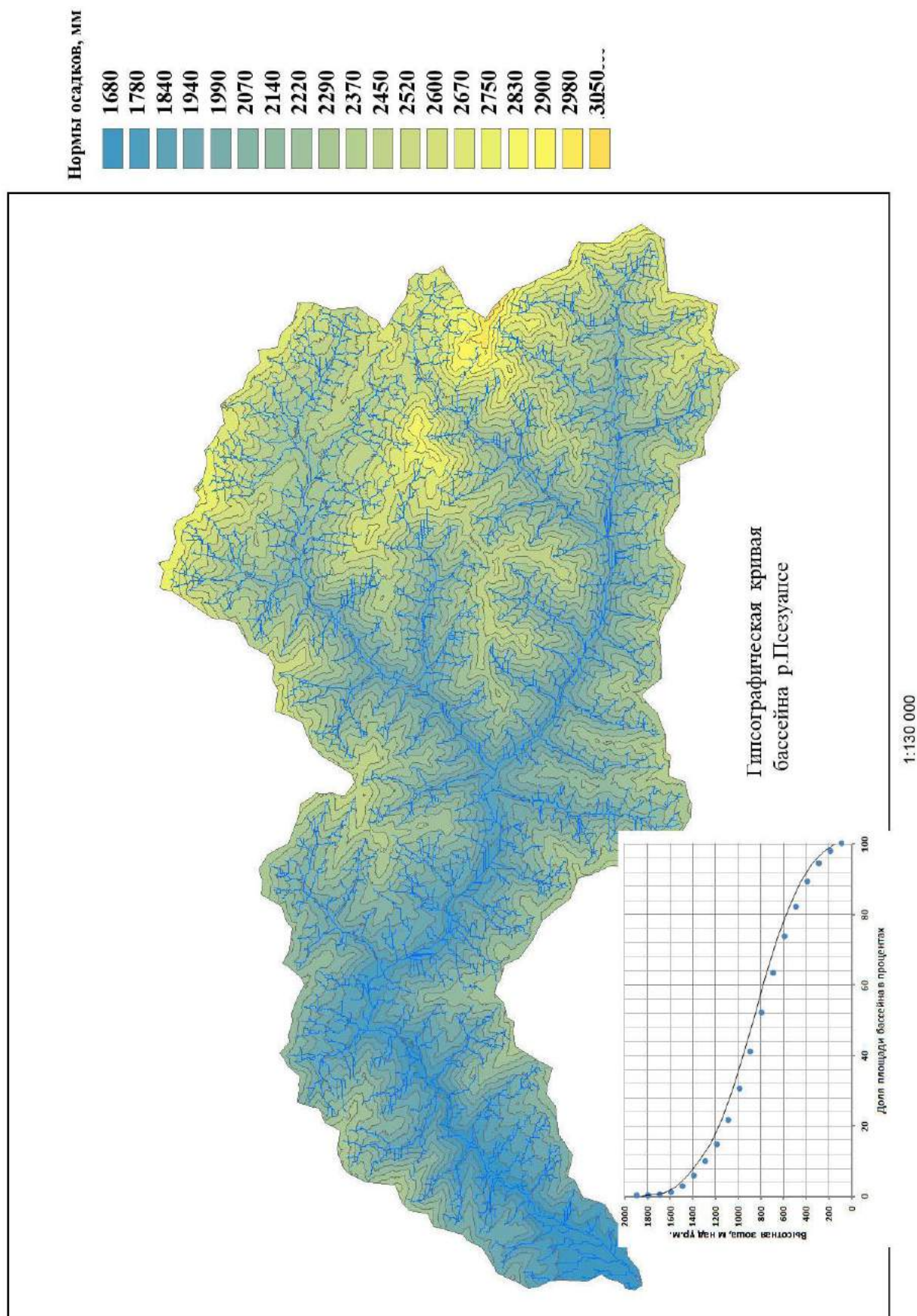


Рис. 6. Карта норм осадков по высотным зонам бассейна реки Псезуапсе

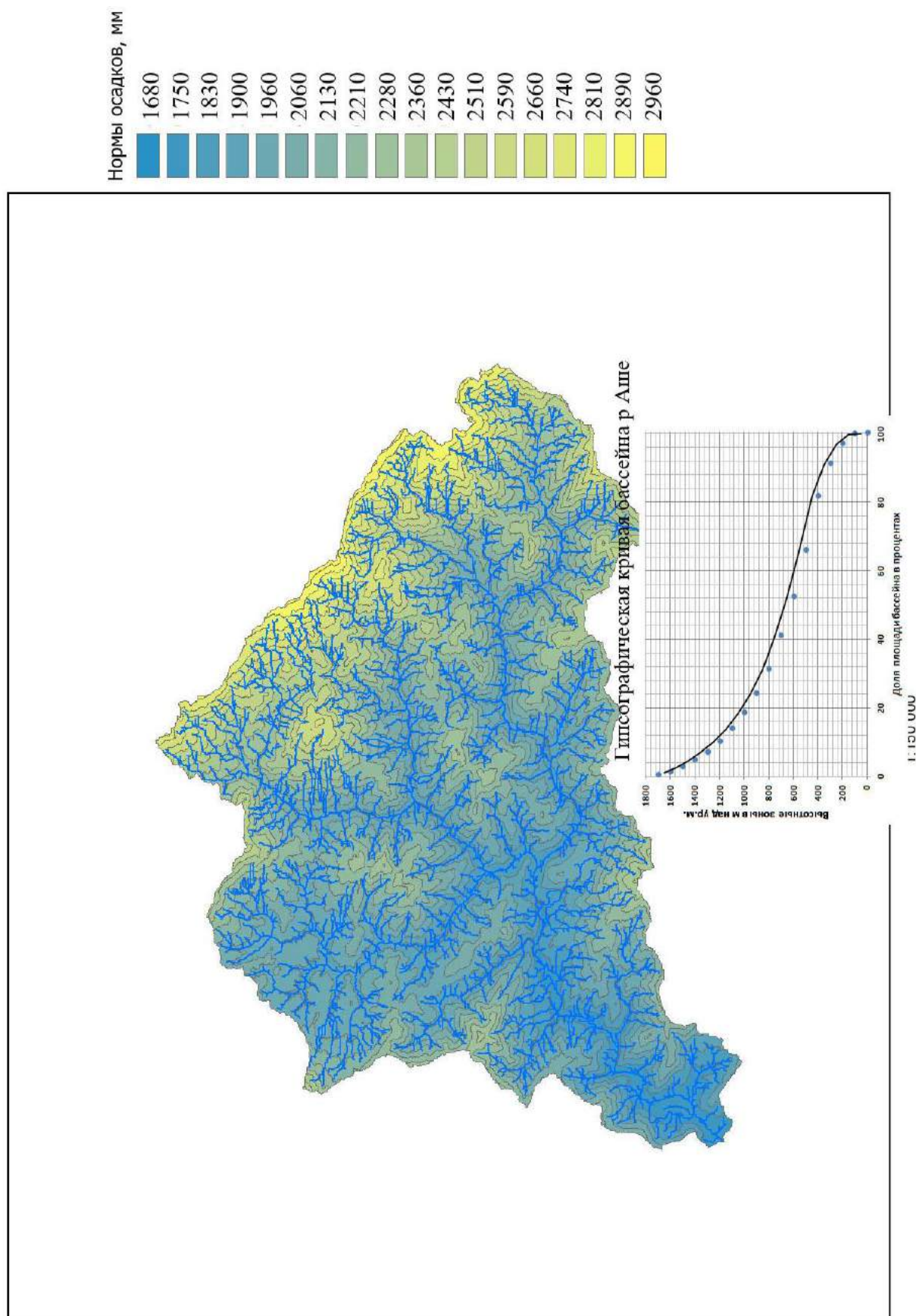


Рис. 7. Карта норм осадков по высотным зонам бассейна реки Аше

3. Заключение

Речной сток для изучаемой территории очень важен в трех аспектах – как воднобалансовый ресурс, как среда обитания и как фактор чрезвычайных ситуаций. В связи с этим актуальность изучаемого вопроса не вызывает сомнений. Речную сеть Сочинского Причерноморья можно разделить на три уровня расположения (в соответствии с геоморфологией): первый уровень – основные реки, имеющие истоки с отрогов Главного (Водораздельного) хребта и обладающие основным водным ресурсом региона; второй уровень – реки, имеющие истоки в соответствии с морфологией региона с хребтов общекавказского простирания, расположенных ближе к берегу моря в пределах низкорного рельефа; и третий уровень – реки, имеющие истоки в зоне полого-холмистого рельефа региона, с площадями водосборов от 3 до 25 км². Общая площадь бассейнов – 3587,3 км².

Анализ **баз данных** по стоку рек Сочинского Причерноморья показал, что имеется определенная корреляция между модульными коэффициентами стока и осадков, причем эта корреляция более тесная в средневысотной зоне, и резко ухудшается при хозяйственном использовании бассейна реки. Обращает на себя внимание, что основная часть гидрометрических постов с измерениями расходов воды подверглась закрытию в период 2003-2005 годы, поскольку работы по организации изучения руслового стока весьма трудоёмки. Изучение склонового стока вообще прекращено.

Исследованиями доказано (на основании материалов стационарного и экспедиционного изучения) деление генезиса стока на две фазы – возникновения склонового стока и дальнейшего его превращения в русловый сток. Эти два вида стока имеют принципиально различные формы и влияющие факторы и их закономерности.

Для склонового стока, имеющего важное значение в зоне низкорного рельефа, основное влияние оказывают факторы состояния почвенного покрова и его хозяйственного использования. В условиях современной интенсивной застройки этой зоны городскими поселениями здесь возникают условия, когда коэффициенты стока превышают величины 0,5-0,9, что формирует катастрофические паводки.

Русловый сток зависит как от морфометрических характеристик бассейна, так и от режима осадков. Форма русла и его пропускная способность образуется при скоростях течения более 3 м/с. Отмечается уменьшение объёма стока в нижнем течении почти всех рек, а также влияние высотной поясности (зональности), которая в регионе имеет свои специфические особенности, определяемые своеобразием расположения хребтов и долин.

Для оптимизации водохозяйственного использования водных ресурсов региона важнейшее значение имеет режим рек, берущих начало на отрогах Главного Кавказского хребта, бассейны которых также подвергаются антропогенным нагрузкам. Отмечается уменьшение объёма стока в нижнем течении почти всех рек, а также влияние высотной поясности (зональности), которая в регионе имеет свои специфические особенности, определяемые своеобразием расположения хребтов и долин.

В связи с участившимися катастрофическими паводками Росгидрометом увеличено число открытых автоматических уровнемерных постов (до 48 в Сочинском Причерноморье). Однако известно, что для горных рек, характеризующихся неустойчивым руслом, уровень воды не является достаточной характеристикой водности реки. Поэтому весьма важной задачей для региона является восстановление гидрометрических постов с измерением расходов воды.

Литература

- Бэфани, 1958** – Бэфани А.Н. Основы теории ливневого стока / *Тр. Одесского гидрометинститута*. Вып. 14. Л.: Гидрометеиздат, 1958. 310 с.
- Битюков, 1971** – Битюков Н.А. Речной сток в условиях Черноморского побережья Кавказ // *Докл. Соч. отд. Геогр. общ-ва при АН СССР*. 1971. Вып.2, С. 184-189.
- Битюков, 1996** – Битюков Н.А. Гидрологическая роль горных лесов Северо-Западного Кавказа // *Лесоведение*, 1996. № 4. С. 39–50.
- Битюков, 1988** – Битюков Н.А. Водный баланс водосборов в связи с рубками в буковых лесах Северного Кавказа // *Лесоведение*, 1988. 3. С. 56–65.
- Битюков, 1990** – Битюков Н.А. Методические принципы изучения гидрологической роли горных лесов. // *Проблемы лесоведения и лесной экологии: Тез. докл. АН СССР, Госкомлес СССР*. 1990. М. С. 8–11.

Битюков, 2007 – Битюков Н.А. Экология горных лесов Причерноморья. Сочи: ФГУ НИИгорлесэкол, 2007. 397 с.

Битюков, 2013 – Битюков Н.А. Мониторинг экосистем буковых лесов Сочинского Причерноморья / Монография // *Научные труды Сочинского Национального Парка*, 2013. Вып.5. 391 с.

Битюков, Шагаров, 2013 – Битюков Н.А., Шагаров Л.М. Мониторинг атмосферных осадков в буковых лесах Черноморского побережья Кавказа // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*. 2013. №1. С. 67–71.

Битюков, 2012 – Битюков Н.А. Ландшафтное районирование Сочинского национального парка // *Вестник Краснодар. регион. отделения РГО. Краснодар: Платонов*. 2012. Вып. 6.

Битюков, Ткаченко, 2017 – Битюков Н.А., Ткаченко Ю.Ю. Гидрологический очерк Черноморского побережья Кавказа. Монография. Сочи, ФГБУ Сочинский национальный парк / *Научные труды*, 2017. Вып. 9. 460 с.

Битюков, 2018 – Битюков Н.А. Особенности гидрологии Сочинского Причерноморья / *Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий*. Том 5. Сб. статей V Всерос. научно-практ. конф. Сочи. 2018. С.50-61.

Битюков и др., 2012 – Битюков Н.А., Пестерева Н.М., Ткаченко Ю.Ю., Шагаров Л.М. Рекреация и мониторинг экосистем Особо Охраняемых природных территорий Северного Кавказа: // Сочи: ГОУ ВПО СГУ, 2012. 456 с.

Коваль и др., 1976 – Коваль И.П. и др. Состояние почвенного покрова и изменение водорегулирующих функций горных лесов в связи с рубками. / *Сб. научн. трудов*. Вып. 11., М., ВНИЛМ, 1976.

Коваль, Битюков, 2001 – Коваль И.П., Битюков Н.А. Экологические основы пользования лесом на горных водосборах (на примере Сев. Кавказа). Краснодар, 2001. 408 с.

Коваль, Битюков, 2000 – Коваль И.П., Битюков Н.А. Экологические функции горных лесов Северного Кавказа. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. 480 с.

Коваль и др., 2012 – Коваль И.П., Битюков Н.А., Шевцов Б.П. Экологические основы горного лесоводства: / Монография Сочи: ФБГУ «НИИгорлесэкол», 2012. 565 с.

Юмина, 2008 – Юмина Н.М. Паводочный сток рек Северного Кавказа // *Вестник МГУ. Сер.5. География*. 2008. №2. с. 51–56.

References

Befani, 1958 – Befani, A.N. (1958). Osnovy teorii livneвого stoka [Fundamentals of the theory of stormwater flow]. *Tr. Odesskogo gidrometinstituta*. Vyp.14. L.: Gidrometeoizdat. 310 p. [in Russian]

Bityukov, 1971 – Bityukov, N.A. (1971). Rechnoi stok v usloviyakh Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaz [River flow in the conditions of the Black Sea coast of the Caucasus]. *Dokl. Soch. otd. Geogr. obshch-va pri AN SSSR*. Vyp. 2, pp. 184-189. [in Russian]

Bityukov, 1996 – Bityukov, N.A. (1996). Gidrologicheskaya rol' gornykh lesov Severo-Zapadnogo Kavkaza [The hydrological role of the mountain forests of the North-Western Caucasus]. *Lesovedenie*, № 4. pp. 39–50. [in Russian]

Bityukov, 1988 – Bityukov, N.A. (1988). Vodnyi balans vodosborov v svyazi s rubkami v bukovykh lesakh Severnogo Kavkaza [The water balance of watersheds in connection with logging in the beech forests of the North Caucasus]. *Lesovedenie*, 3. pp. 56–65. [in Russian]

Bityukov, 1990 – Bityukov, N.A. (1990). Metodicheskie printsipy izucheniya gidrologicheskoi roli gornykh lesov [Methodological principles for the study of the hydrological role of mountain forests]. *Problemy lesovedeniya i lesnoi ekologii: Tez. dokl. AN SSSR, Goskomles SSSR*. М. pp. 8–11. [in Russian]

Bityukov, 2007 – Bityukov, N.A. (2007). Ekologiya gornykh lesov Prichernomor'ya [ecology of mountain forests of the Black Sea]. *Sochi: FGU NIIGorlesekol*, 397 p. [in Russian]

Bityukov, 2013 – Bityukov, N.A. (2013). Monitoring ekosistem bukovykh lesov Sochinskogo Prichernomor'ya [Ecosystem monitoring of the beech forests of the Sochi Black Sea Region]. *Monografiya. Nauchnye trudy Sochinskogo Natsional'nogo Parka*, Vyp.5. 391 p. [in Russian]

Bityukov, Shagarov, 2013 – Bityukov, N.A., Shagarov, L.M. (2013). Monitoring atmosferykh osadkov v bukovykh lesakh Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza [Monitoring of

precipitation in the beech forests of the Black Sea coast of the Caucasus]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Estestvennye nauki*. №1. pp. 67–71. [in Russian]

[Bityukov, 2012](#) – *Bityukov, N.A.* (2012). Landshaftnoe raionirovanie Sochinskogo natsional'nogo parka [Landscape zoning of the Sochi National Park]. *Vestnik Krasnod. region. otdeleniya RGO*. Krasnodar: Platonov. Vyp. 6. [in Russian]

[Bityukov, Tkachenko, 2017](#) – *Bityukov, N.A., Tkachenko, Yu.Yu.* (2017). Gidrologicheskii ocherk Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza [Hydrological essay on the Black Sea coast of the Caucasus]. Monografiya. Sochi, FGBU Sochinskii natsional'nyi park. *Nauchnye trudy*, Vyp. 9. 460 p. [in Russian]

[Bityukov, 2018](#) – *Bityukov, N.A.* (2018). Osobennosti gidrologii Sochinskogo Prichernomor'ya [Features of the Sochi Black Sea Hydrology]. *Ustoichivoe razvitie osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii*. Tom 5. Sb. statei V Vseros. nauchno-prakt. konf. Sochi. pp. 50–61. [in Russian]

[Bityukov i dr., 2012](#) – *Bityukov, N.A., Pestereva, N.M., Tkachenko, Yu.Yu., Shagarov, L.M.* (2012). Rekreatsiya i monitoring ekosistem Osobo Okhranyaemykh prirodnykh territorii Severnogo Kavkaza [Recreation and monitoring of ecosystems of the Particularly Protected Natural Territories of the North Caucasus]: Sochi: GOU VPO SGU, 456 p. [in Russian]

[Koval' i dr., 1976](#) – *Koval', I.P. i dr.* (1976). Sostoyanie pochvennogo pokrova i izmenenie vodoreguliruyushchikh funktsii gornyykh lesov v svyazi s rubkami [The state of soil cover and changes in water regulating functions of mountain forests due to logging]. *Sb. nauchn. trudov. Vyp. 11.*, M., VNILM. [in Russian]

[Koval', bityukov, 2001](#) – *Koval', I.P., Bityukov, N.A.* (2001). Ekologicheskie osnovy pol'zovaniya lesom na gornyykh vodosborakh (na primere Sev. Kavkaza) [Ecological bases of forest use in mountainous watersheds (using the example of the North Caucasus)]. Krasnodar, 408 p. [in Russian]

[Koval', Bityukov, 2000](#) – *Koval', I.P., Bityukov, N.A.* (2000). Ekologicheskie funktsii gornyykh lesov Severnogo Kavkaza [Ecological functions of the mountain forests of the North Caucasus]. M.: VNIITslesresurs, 480 p. [in Russian]

[Koval' i dr., 2012](#) – *Koval', I.P., Bityukov, N.A. Shevtsov, B.P.* (2012). Ekologicheskie osnovy gornogo lesovodstva [Ecological foundations of mountain forestry]: Monografiya Sochi: FBGU «NIIGorlesekol», 565 p. [in Russian]

[Yumina, 2008](#) – *Yumina, N.M.* (2008). Pavodochnyi stok rek Severnogo Kavkaza [Flood runoff of the rivers of the North Caucasus]. *Vestnik MGU. Ser.5. Geografiya*. №2. pp. 51–56. [in Russian]

Гидрологический режим территории Сочинского Причерноморья

Николай Александрович Битюков ^{a, *}

^a Сочинский национальный парк, Российская Федерация

Аннотация. В статье излагаются результаты исследований стока рек и особенностей речных бассейнов различного ранга территории Сочинского Причерноморья, их гидрологические характеристики, режим и территориальное распределение элементов речного стока. Анализ географических факторов формирования стока позволил получить уточненную оценку пространственного распределения его характеристик с учетом размеров и высоты водосборов, предложены эмпирические зависимости для расчета годового стока в условиях недостаточной гидрологической изученности.

Ключевые слова: Сочинское Причерноморье, речная сеть, русловой сток, расчеты элементов водного баланса.

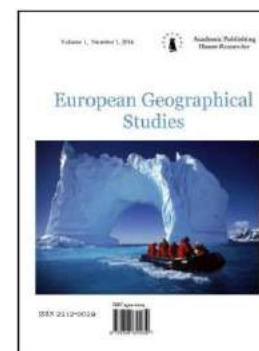
* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: nikbit@mail.ru (Н.А. Битюков)

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7197
2018, 5(1): 21-31

DOI: 10.13187/egs.2018.1.21
www.ejournal9.com



Towards the Analytical Approximation of Weathering Forms based on Fitting of the Geomorphological Structures by the “Tafeln Höherer Funktionen” Profile Database

Brief communication

Alexander Bolkhovitinoff ^a, Viktor Krukowskikh ^a, Oleg Gradov ^{a,*}

^a Institute for Energy Problems of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Russian Federation

Abstract

A novel approach for the analytical approximation of weathering forms is proposed in this brief communication. This novel technique based on different isosurfaces and profiles of special functions (such as Euler–Riemann zeta function, Jacoby function, Mathieu function, Weierstrass function, Hankel function, Auger function, modular elliptic functions, etc.) is a very effective method for prognostic geomorphology and physical geography, including simulations of the landscape relief instabilities, nonspecific weathering forms and geomorphogenesis.

Keywords: weathering forms, geomorphology, approximation, special functions, Euler–Riemann zeta function, Jacoby function, Mathieu function, Weierstrass function, Hankel function.

1. Introduction

It is well known that the weathering activity and morphogenesis of the Earth surfaces can be qualitatively correlated and spatially colocalized (Govindarajan, Murthy, 1969; Modenesi, 1983; Pavich, 1985; Tokuyama, 1986; Le Pera, Sorriso-Valvo, 2000; Rochette Cordeiro, 2014). The form of the surface peculiarities can be analyzed and approximated using multifactor analysis, including the influence of some geophysical and geochemical factors such as temperature and mineralization of the geographical environment and also surface reactions on the solid state rock interfaces and within the pores (Velbel, 1990). A number of eastern and Asian scientific organizations (*Institute of Geology and Geophysics of Chinese Academy of Sciences [Beijing]; Laboratory of Marine Geology, MOE, Tongji University [Shanghai]; College of Geology Engineering and Geomatics, Chang'an University [Xi'an]; Aero Geophysical Survey & Remote Sensing Center for Land and Resources [Beijing]* etc.) support the projects with the elements of approximation of geophysical and geomorphological structures and processes such as potential fields and seismic migration (Sheng-Chang et al., 2001; Shengchang et al., 2001; Zhang et al., 2005; Liu et al., 2007). The main problem of the concepts addressing the possibility of approximation of the weathering forms is misunderstanding of the full multiphysical complexes of different (and qualitatively inequivalent – such as chemical and physical weathering forces) factors and counter-directional forces of a morphogenesis process in different weathering and environmental conditions and for different weathered substances. For example, multiphysical correlations for soils (Prokofiev and Dunec.,

* Corresponding author

E-mail addresses: o.v.gradov@gmail.com (O.V. Gradov)

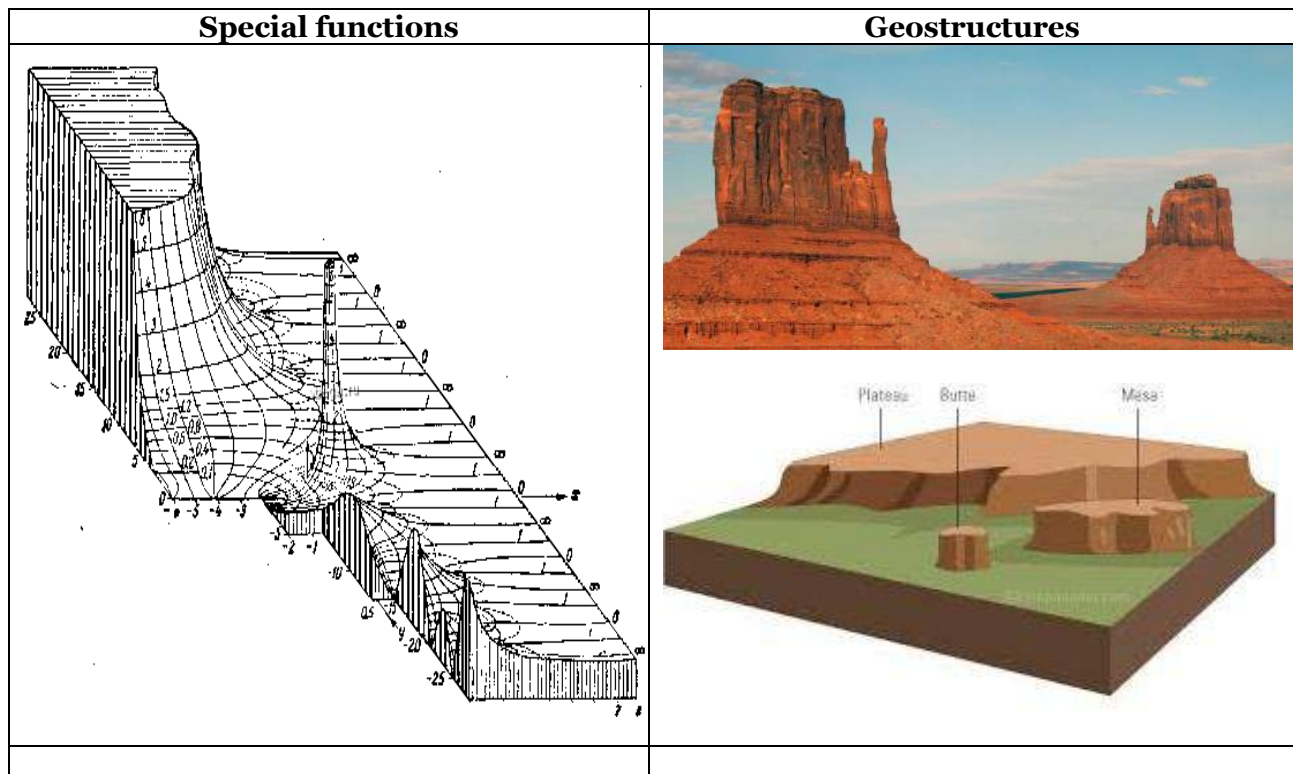
2005; Hemmati et al., 2010; Hayes et al., 2010; Navarro et al., 2014), rocks (EUROCK 2006; Guangmiao, 2006, 2007; Sheng et al., 2007; Selvadurai et al., 2011; Rutqvist and Tsang, 2012; Škarydová and Hokr, 2015; Kraishan et al., 2016), clays (Supian, 2011; Gerasch et al., 2014) and crystals (Roters et al., 2010; Yankin et al., 2013; Shizawa, 2014; Yoon et al., 2016) are different by the most key parameters / constants and variables. Consequently, approximation of the multiphysics of such different structures will be equivalent to the simulation (*ab initio* studies) of such processes, but will not be equivalent to the analytical approximations of the resulting forms using mathematical or statistical functions. But it is obvious that the computation process of the multivariable functions is very time-consuming. It seems acceptable that the resulting form of the weathering process must be interpreted as a consequent of the weathering process force approximation, and thereof, it is adequate to and correlated with the geo-environment force diagrams which can also be approximated by the analytical functions. According to the above listed considerations, we provide an attempt of su-field analytical approximation of the weathering process results using special functions for different forms of geostructures and fields (for example – colocalized morphology and geo-electric field in multiphysical modeling (Clément, Moreau, 2012)). The plausibility of our concept can be verified by the isomorphism (or other similar morphisms) between the morphological weathering process results and graphical representation or visualization of the certain special functions within the frame of comparative geomorphology.

2. Materials and methods

Methodological bases of this study include special function tables (by Jahnke E., Emde F. and Lösch F.), also known as a “Tafeln Höherer Funktionen” in original language editions (Jahnke, Emde und Lösch, 1960 [etc.]), initially provided by “B.G. Teubner Verlagsgesellschaft” AFT, Leipzig. The study is based on the comparative analysis between the approximations (by some special functions from this book) and different images of the weathering structures, provided by the artificial intelligence or machine learning-assisted Web searching using “weathering”-like keywords. Some notations of such illustrations are introduced into the article body for clarification of the theoretical principles proposed and visual recognizing of similar objects in different figures.

3. Results

The results of the comparative studies are presented in Table 1.



Riemann zeta function or Euler–Riemann zeta function $\zeta(s)$ is a function of a complex variable s that analytically continues the sum of the Dirichlet series:

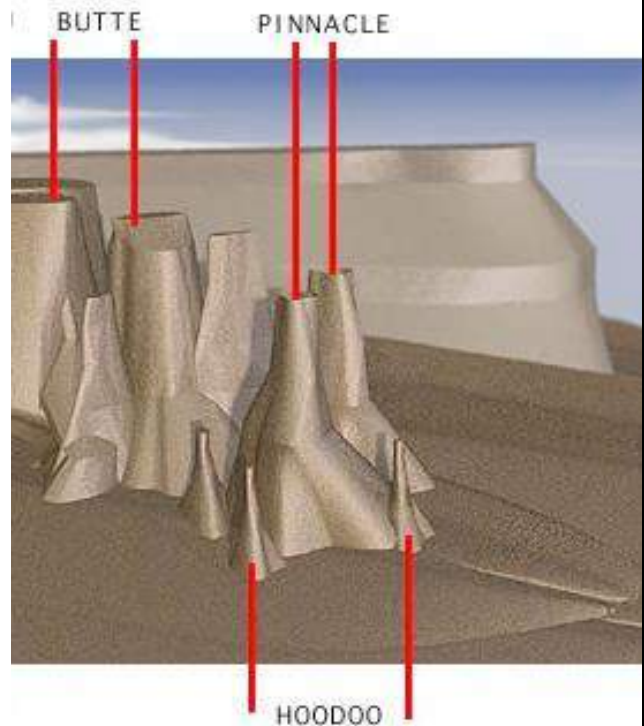
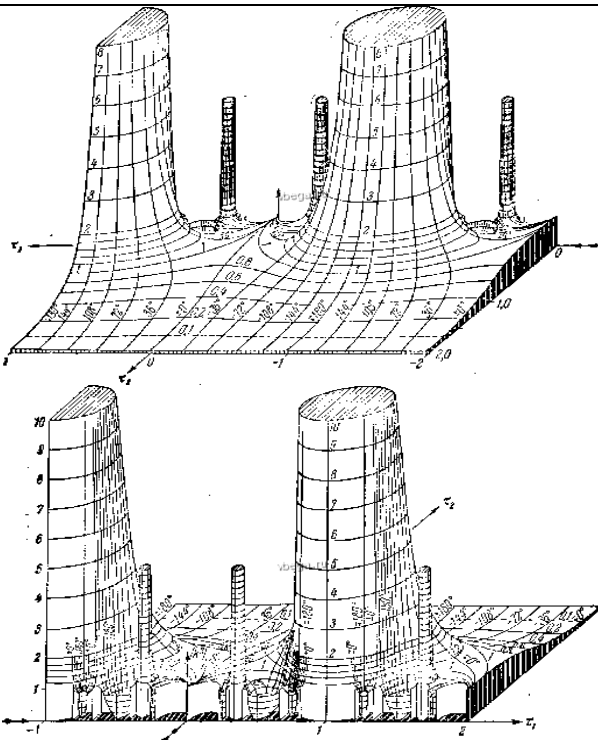
$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s}$$

when the real part of s is not greater than 1. More general representations of $\zeta(s)$ for all s are given below.

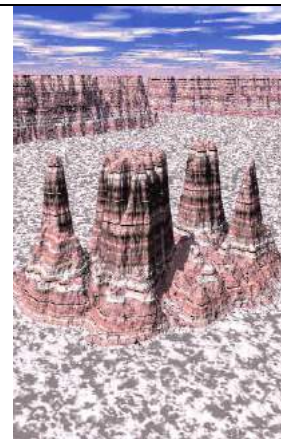
The values of the Riemann zeta function at even positive integers were computed by Euler. The first of them, $\zeta(2)$, provides a solution to the Basel problem. The values at negative integer points, also found by Euler, are rational numbers and play an important role in the theory of modular forms. Many generalizations of the Riemann zeta function (Dirichlet series, Dirichlet L-functions) are known

"The Mittens" are a pair of buttes in Monument Valley, Utah. Each of these formations includes a thick tower of rock with a thin spire alongside it, making the two buttes look like a giant pair of mittens.

Buttes are tall, flat-topped, steep-sided towers of rock. Buttes were created through the process of erosion, the gradual wearing away of earth by water, wind, and ice. Buttes were once part of flat, elevated areas of land known as mesas or plateaus. In fact, the only difference between a mesa and a butte is its size. Buttes are created as streams slowly cut through a mesa or plateau. The caprock, resist weathering and erosion. As a result, the formations stay about the same height as the plateau or mesa. Weathering and erosion, most often by wind and rainwater, slowly erode the softer rock surrounding the caprock. Caprock protects the more vulnerable rock beneath it



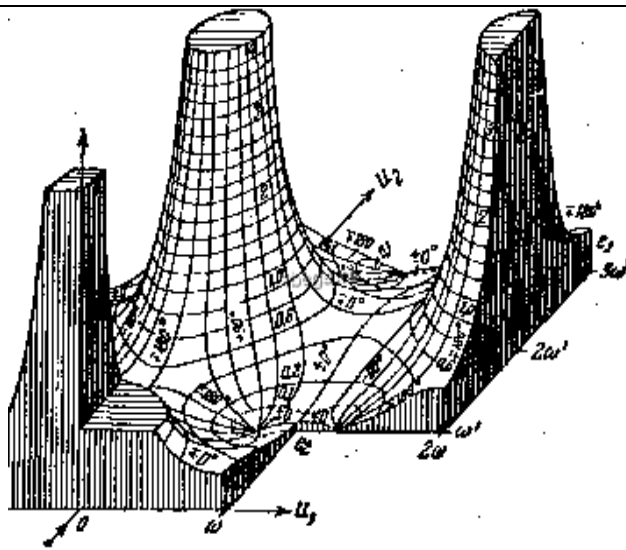
A modular form is a complex analytic function on the upper half-plane satisfying a certain kind of functional equation with respect to the group action of the modular group, and also satisfying a growth condition. The theory of modular forms therefore belongs to complex analysis but the main importance of the theory has traditionally been in its connections with the number theory. A modular form can equivalently be defined as a function F from the set of lattices in \mathbb{C} to the set of complex numbers which satisfies certain conditions: I) If we consider the lattice $\Lambda = Z\alpha + Zz$



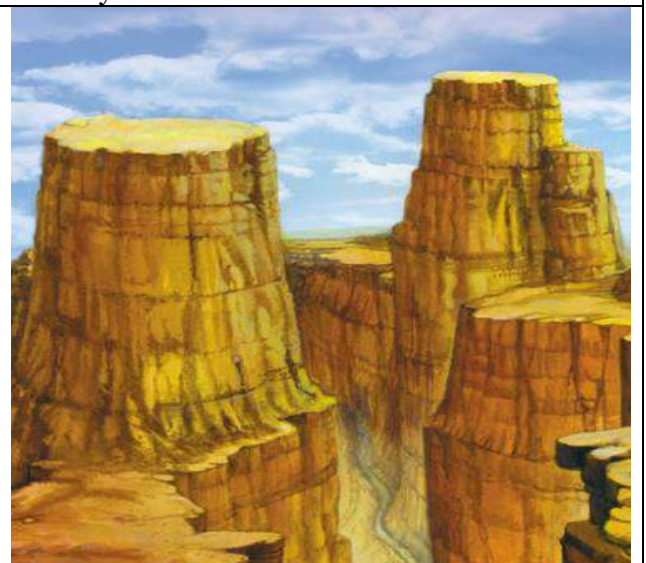
generated by a constant α and a variable z , then $F(\Lambda)$ is an analytic function of z . II) If α is a non-zero complex number and $\alpha\Lambda$ is the lattice obtained by multiplying each element of Λ by α , then $F(\alpha\Lambda) = \alpha^{-k}F(\Lambda)$ where k is a constant (typically a positive integer) called the weight of the form. III) The absolute value of $F(\Lambda)$ remains bounded above as long as the absolute value of the smallest non-zero element in Λ is bounded away from 0



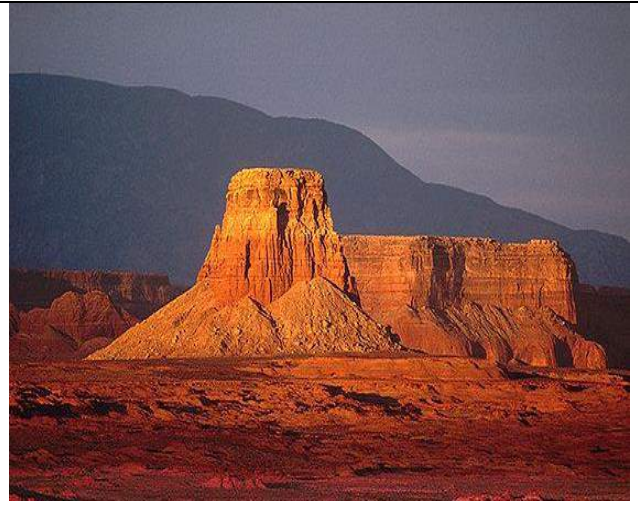
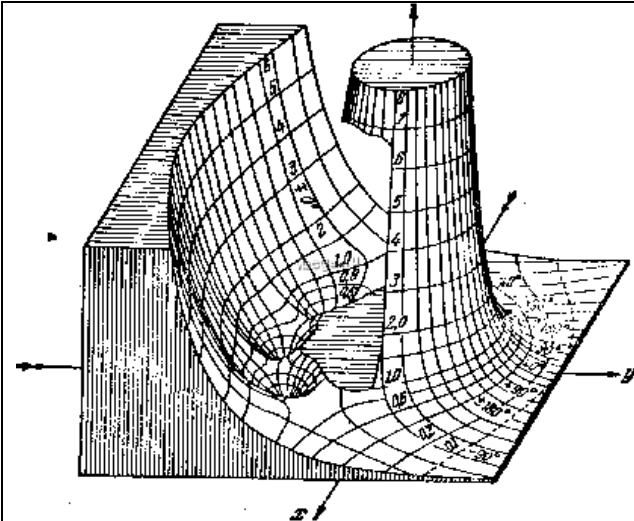
Monument Valley is a Arizona-Utah border tribal park famous for its towering butte sandstones. The first images below were constructed using Metatools Bryce3D (both the Windows and Mac versions), a virtual landscape generator. These and many similar images, along with numerous color photographs, will be incorporated in some books, including the bestseller "Geologic Scenery of the Southwest"



The example of the Jacoby function relief

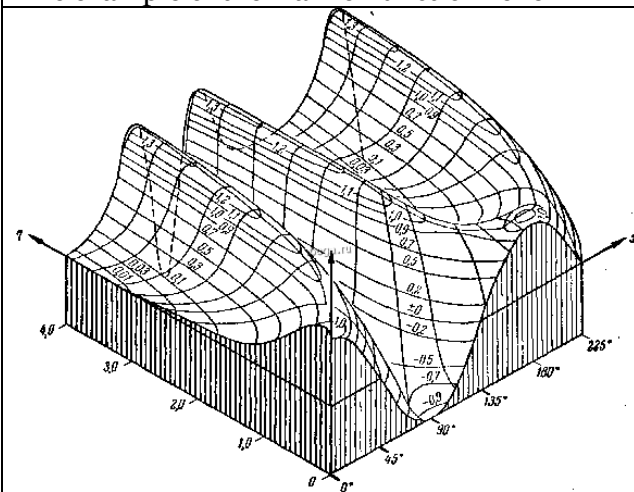


The Grand Canyon landscape elements. Daniel Colon illustration from the J. O'Connor book about Grand Canyon



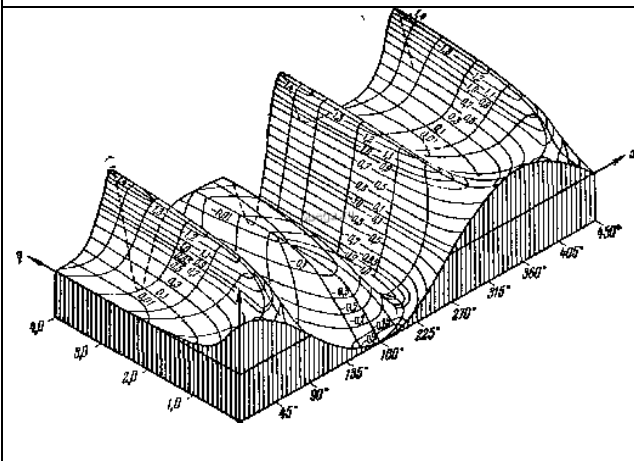
The example of the Hankel function relief

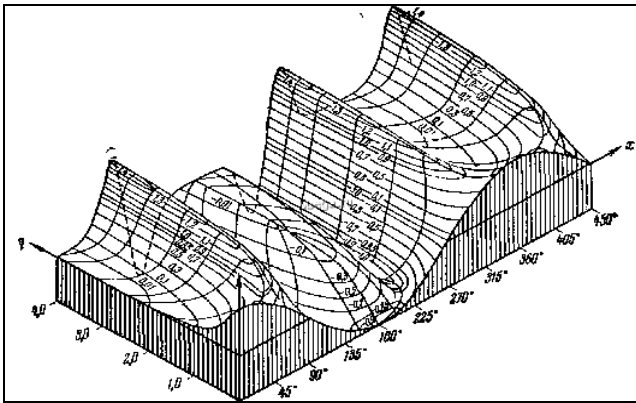
The Grand Canyon landscape elements



The example of the Mathieu function relief

Buttes, mesas and canyons are created after coal companies strip mine land in

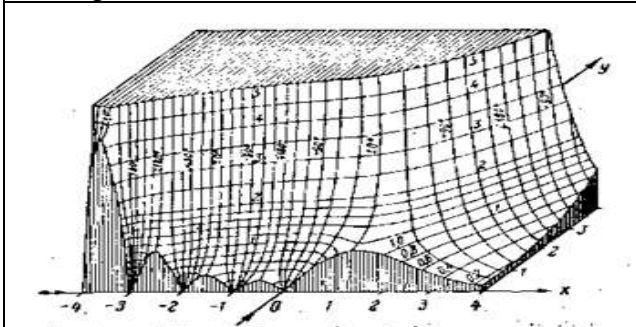




Examples of the Mathieu function relief



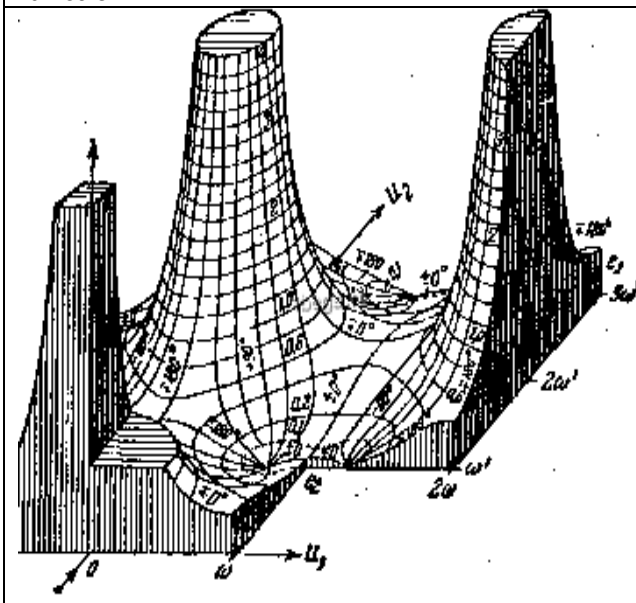
Cappadocian weathering forms



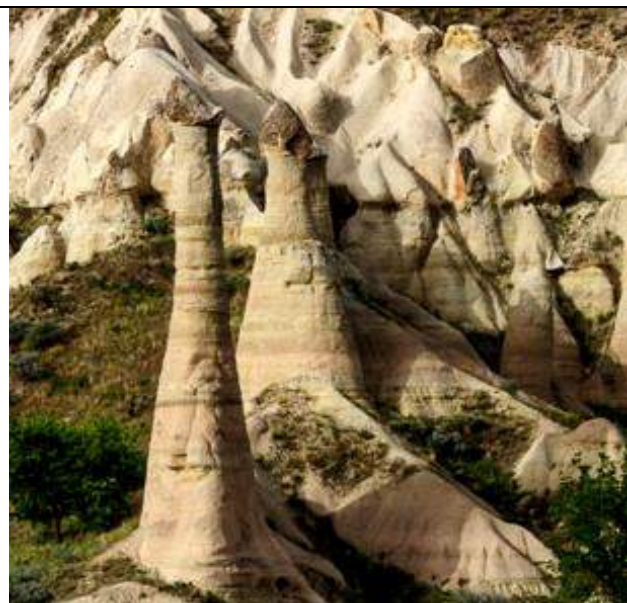
The map of the inversed values of the gamma function



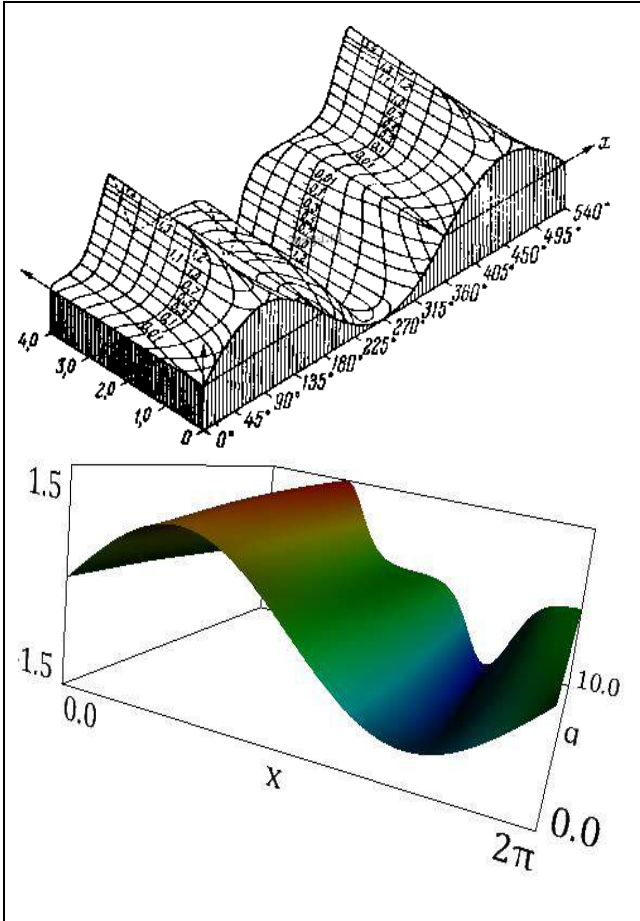
Himalayas. Streaming weathering forms



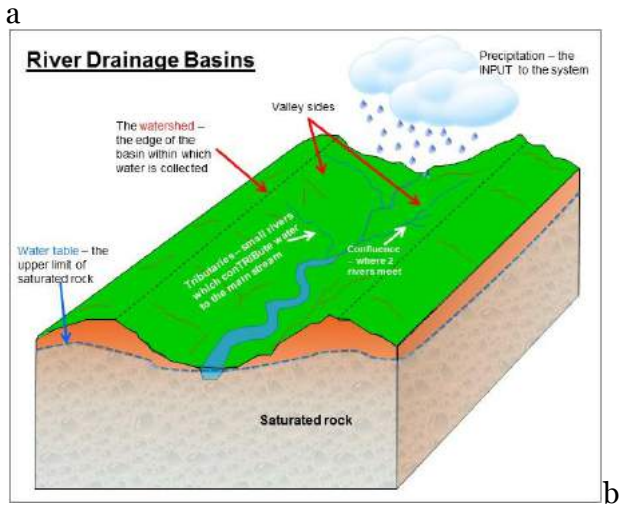
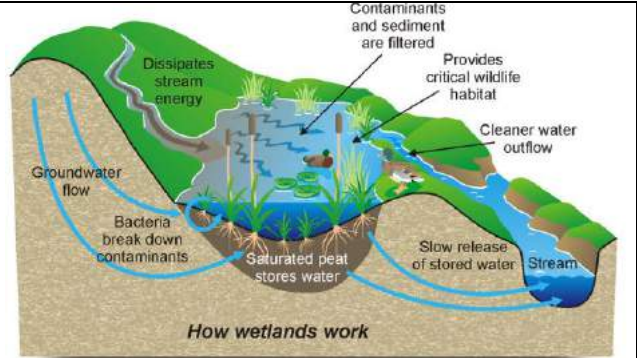
The example of the Jacoby function relief



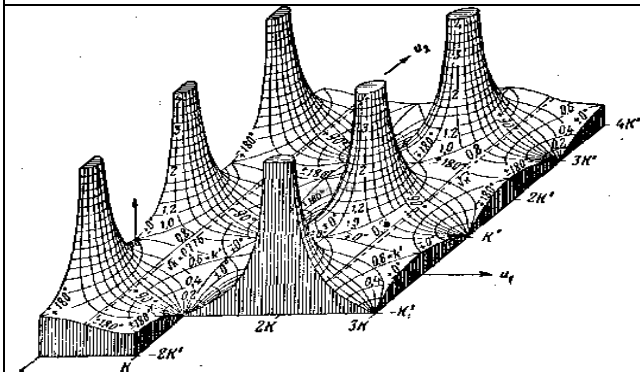
Cappadocian weathering forms



Examples of the Mathieu function relief (including NIST resource visualization <https://dlmf.nist.gov/28.3>)



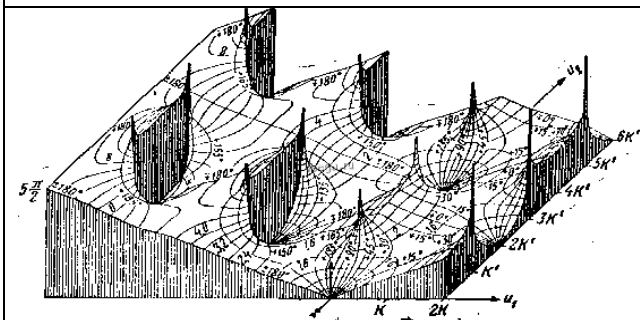
Wetlands purification diagram (a) and the water cycle as a series of processes by which water is evaporated from the sea and eventually condensed and precipitated over the land (b)



The relief of the Weierstrass function



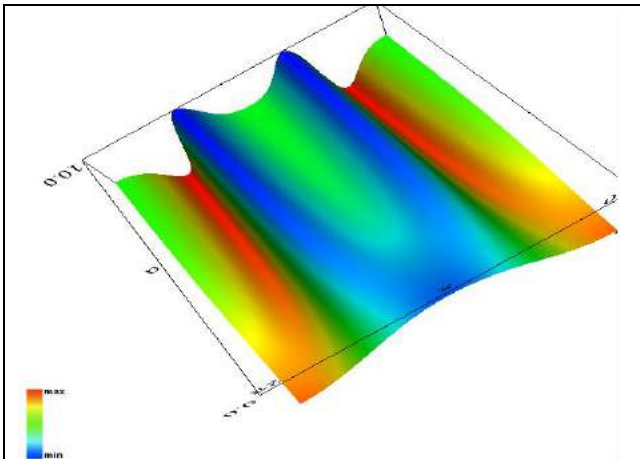
Badlands are the examples of a naturally occurring erosion-shaped terrain



Another example of the Jacobi function relief with branching or bifurcation



Cappadocia-like landscape in the Himalayas (the weathering factor illustration)



Example of the Mathieu function relief (NIST resource graph <https://dlmf.nist.gov/28.3>)

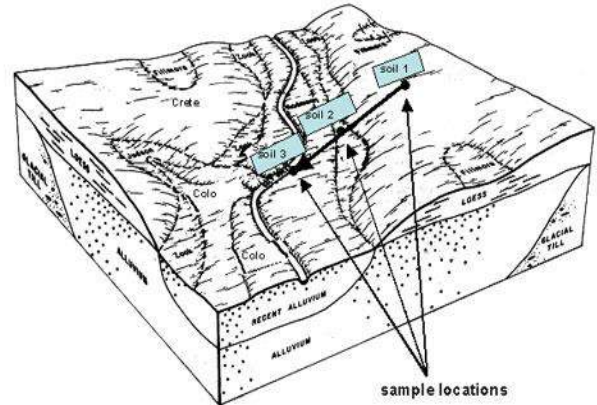
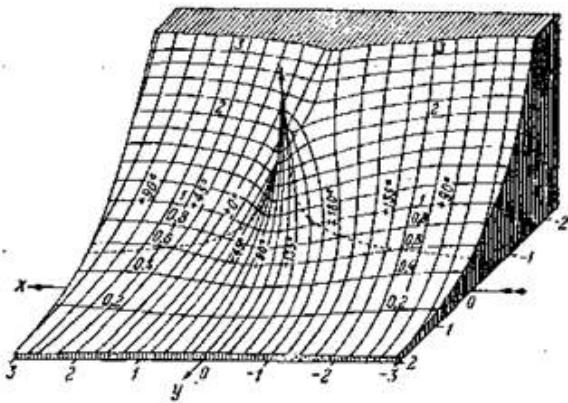


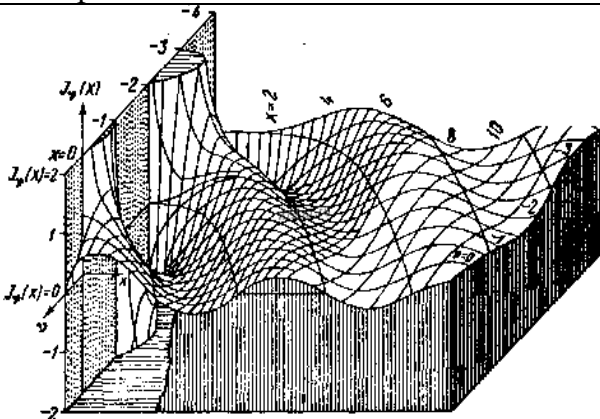
Diagram of soil and parent material distribution. Image Court. of USDA-NRCS, Ed. Court. of UNL



Example of the Hankel function relief



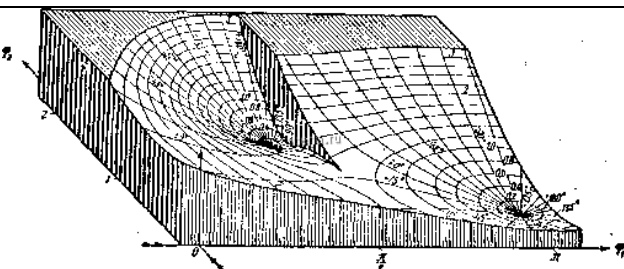
Single weathered crag on the hillside Chitniza



Example of the Bessel functions



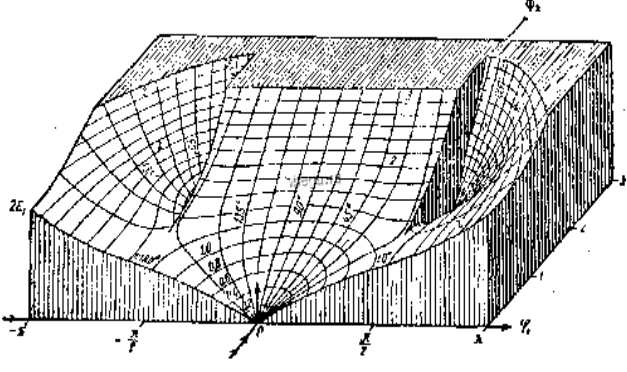
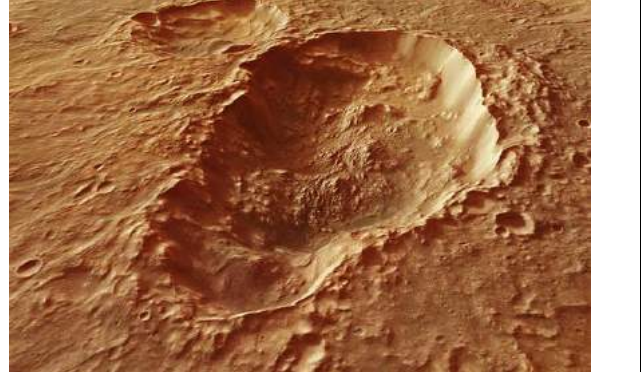
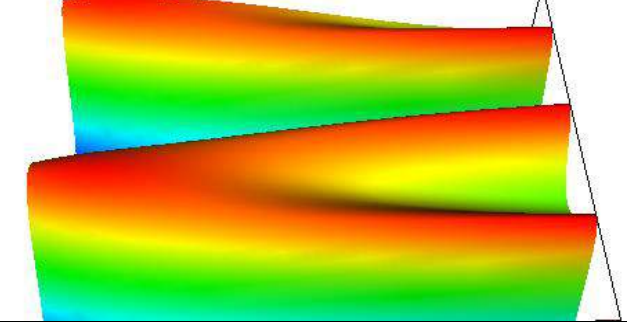

Fold in the Green Pond Formation Location: Rt 23 North Newfoundland (NJ Fossil Web Site)



A special function with two extremums and one peculiarity ("saltation")



"Double-crater" and the two-level volcano lake with weathering water. Kelimutu, Indonesia

	
<p>A special function with one global extremum and two peculiarities "saltations" with a "stage"</p>	<p>Space weathering (meteorite weathering)</p>
	
<p>Example of the Mathieu function relief (NIST graph https://dlmf.nist.gov/28.3.F13.webgl)</p>	<p>Sand dunes weathering and erosion</p>

4. Conclusion

Some results of this computations and comparative geomorphological studies very good confirm our primary hypothesis about approximability of different types of weathering forms using different special functions, including Euler–Riemann zeta function, Jacobi function, Mathieu function, Weierstrass function, Hankel function.

5. Acknowledgements

This work was carried out as the initiative research within the framework of the State Assignment of Russian Federal Agency of Scientific Organizations (project number 1.0047-2018-0012 "Fundamental principles of chemical physics of homogeneous and heterogeneous processes, including chemical physics of atmosphere, combustion processes, nano- and biotechnologies" at the interface of the atmospheric and nano-bio- parts of this program).

References

- Clément, Moreau, 2012 – Clément, R., Moreau, S. (2012). Geo-electrical forward Modelling Using Comsol Multiphysics For Laboratory Simulation. In *Second Workshop on Geophysical Measurements in Waste Management*. Malmö.
- EUROCK 2006 – EUROCK 2006 – Multiphysics Coupling and Long Term Behaviour in Rock Mechanics (Proceedings of the International Symposium of the International Society for Rock Mechanics; 9-12 May 2006, Liège, Belgium), Van Cotthem, Charlier, Thimus & Tshibangu (Eds.), Taylor & Francis Group, London.
- Gerasch et al., 2014 – Gerasch, R., Kulenkampff, J., Lippmann-Pipke, J. (2014). Parameter Estimation of Anisotropic Diffusion in Clay with COMSOL Multiphysics. In: COMSOL Conference, Vol. 17.
- Govindarajan, Murthy, 1969 – Govindarajan, S.V., Murthy, R.S. (1969). Trends in rock weathering in the southern part of the Peninsula India—its expression in morphogenesis of soils. In *Proc. Bandung symposium on soils and tropical weathering*. Publ. UNESCO, pp. 65-72.
- Guangmiao, 2006 – Guang-miao, X.U. (2006). *Study on Mechanical Characteristics of Rock at Low Temperature Due to Freezing and Thawing and Multiphysical Coupling Problems of Rock*

in *Cold Regions*. Doctoral dissertation, Wuhan: Institute of Rock and Soil Mechanics, Chinese Academy of Sciences, 2006.

[Guangmiao, 2007](#) – *Guangmiao, X.U.* (2007). Study on mechanical characteristics and multiphysical coupling problems of rock at low temperatures. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering (Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao)*, 5, 1078.

[Hayes et al., 2010](#) – *Hayes, R., Newill, P., Podd, F., Dorn, O., York, T., Grieve, B.* (2010, May). Validation of a COMSOL Multiphysics based soil model using imaging techniques. *EGU General Assembly Conference Abstracts*, Vol. 12, P. 4270.

[Hemmati et al., 2010](#) – *Hemmati, S., Gatmiri, B., Cui, Y. J., VINCENT, M.* (2010). Soil-vegetation-atmosphere interaction by a multiphysics approach. *Journal of Multiscale Modelling*, 2(03n04), 163-184.

[Jahnke, Emde und Lösch, 1960](#) – *Jahnke E., Emde F., Lösch F.* (1960). Tafeln Höherer Funktionen (Bearbeitet von Prof. Dr.-Ing. E.H., Dr. Techn. E.H. Fritz Emde; Unveränderter Nachdruck der Fünften Auflage Unter Mitwirkung von Prof. Dr. Friedrich Lösch, Techn. Hochschule Stuttgart; Mit 177 Textfiguren). Leipzig, B.G. Teubner Verlagsgesellsch AFT, 322 p.

[Kraishan et al., 2016](#) – *Kraishan, G. M., Ma, S. M., Dyshlyuk, E., Al-Ofi, S. M., Valori, A., Abdallah, W., Crary, S.* (2016). Improved Characterization of Carbonate Rock Properties: A Multiphysics Integrated Approach. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.

[Le Pera, Sorriso-Valvo, 2000](#) – *Le Pera, E., Sorriso-Valvo, M.* (2000). Weathering and morphogenesis in a Mediterranean climate, Calabria, Italy. *Geomorphology*, 34(3-4), 251-270.

[Liu et al., 2007](#) – *Liu J.-L., Wang W.Y., Yu C.-C.* (2007). Reduction of potential field data to a horizontal plane by a successive approximation procedure. *Chinese Journal of Geophysics*, 50(5), 1551-1557.

[Modenesi, 1983](#) – *Modenesi, M.C.* (1983). Weathering and morphogenesis in a tropical plateau. *Catena*, 10(1-2), 237-251.

[Navarro et al., 2014](#) – *Navarro, V., Asensio, L., Alonso, J., Yustres, A., Pintado, X.* (2014). Multiphysics implementation of advanced soil mechanics models. *Computers and Geotechnics*, 60, 20-28.

[Pavich, 1985](#) – *Pavich, M.J.* (1985). Appalachian piedmont morphogenesis: weathering, erosion, and Cenozoic uplift. *Tectonic Geomorphology", Proceedings of the 15th Annual Geomorphology Symposium Series: Binghampton*, pp. 299-319.

[Prokofiev and Dunec., 2005](#) – *Prokofiev D., Dunec, J.* (2005). Multiphysics model of soil phenomena near a well. In: *Excerpt from the Proceedings of the COMSOL Multiphysics User's Conference, Boston*.

[Rochette Cordeiro, 2014](#) – *Rochette Cordeiro, A.M.* (2014). Alveolar weathering basins in granite in central portugal: morphogenesis and typological analysis of weathering forms in levelled landscapes. *Revista Brasileira De Geomorfologia*, 15(4), 601-618.

[Roters et al., 2010](#) – *Roters, F., Eisenlohr, P., Bieler, T. R., Raabe, D.* (2010). The Crystal Plasticity Finite Element Method as a Multiphysics Framework. *Materials Science and Engineering*, 1, 41-46.

[Rutqvist and Tsang, 2012](#) – *Rutqvist, J., Tsang, C.F.* (2012). Multiphysics processes in partially saturated fractured rock: Experiments and models from Yucca Mountain. *Reviews of Geophysics*, 50(3).

[Selvadurai et al., 2011](#) – *Selvadurai, A.P.S., Suvorov, A., Selvadurai, P.A.* (2011). Application of the COMSOL multiphysics code for coupled thermo-hydro-mechanical modeling of fractured rock mass subjected to glaciation loads. *Nuclear Waste Management Office Report NWMO TGS-510, ON, Canada*.

[Sheng et al., 2007](#) – *Sheng, J. C., Liu, J. S., & Su, B. Y.* (2007). Coupled multiphysics analysis in fractured rock masses based on digital image processing technique. *Engineering Mechanics*, 10, 008.

[Sheng-Chang et al., 2001](#) – *Sheng-Chang C., Jing-Zhong C.A.O., Zai-Tian M.A.* (2001). Prestack Depth Migration Method Based on Quasi-Linear Born Approximation. *Chinese Journal of Geophysics*, 44(5), 692-698. DOI: 10.1002/cjg2.188

[Shengchang et al., 2001](#) – Shengchang, C., Jingzhong, C., Zaitian, M. (2001). Stable pre-stack depth migration method with Born approximation. *Oil Geophysical Prospecting*, 3. [cited by Chinese article quotation].

[Shizawa, 2014](#) – Shizawa, K. (2014). Multiscale and Multiphysics Crystal Plasticity Analysis. *Tetsu to Hagane – Journal of The Iron and Steel Institute of Japan*, 100(11), 835-840.

[Škarydová and Hokr, 2015](#) – Škarydová, I., Hokr, M. (2015). Solution of mechanical problems in fractured rock with the user-defined interface of COMSOL multiphysics. *Programs and Algorithms of Numerical Mathematics*, 200-206.

[Supian, 2011](#) – Supian, A. (2011). Sea-bed logging modeling using COMSOL Multiphysics software: effect of dispersed clay and brine salinity to electromagnetic wave. [cited by Chinese article quotation].

[Tokuyama, 1986](#) – Tokuyama, A. (1986). Morphogenesis of Deep Weathering Crusts in Various Rock Types. *Journal of Geography (Chigaku Zasshi)*, 95(3), Plate1-Plate2.

[Velbel, 1990](#) – Velbel, M.A. (1990). Influence of temperature and mineral surface characteristics on feldspar weathering rates in natural and artificial systems: a first approximation. *Water Resources Research*, 26(12), 3049-3053.

[Yankin et al., 2013](#) – Yankin, S., Talbi, A., Preobrazhensky, V., Pernod, P., Matar, O. B., Pavlova, A. (2013). Surface Acoustic Wave Scattering Matrix Evaluation Using COMSOL Multiphysics®: Application to Surface Acoustic Wave Transmission Through 2D Surface Phononic Crystal. In *COMSOL Conference 2013*, P. 3.

[Yoon et al., 2016](#) – Yoon, J.Y., Lee, M. H., Seo, W. S., Shul, Y. G., Jeong, S.M. (2016). Process design for solution growth of SiC single crystal based on multiphysics modeling. *Journal of the Korean Crystal Growth and Crystal Technology*, 26(1), 8-13.

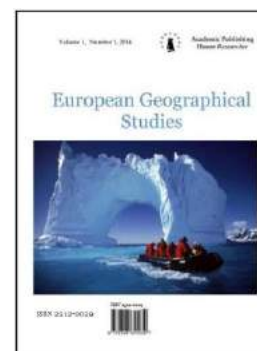
[Zhang et al., 2005](#) – Zhang, Z. F., Liu, H., Chen, J. B. Li Y.-M. (2005). Implement of optimal separable approximation in seismic migration. *Chinese Journal of Geophysics*, 48(6), 1496-1501.

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7197
2018, 5(1): 32-41

DOI: 10.13187/egs.2018.1.32
www.ejournal9.com



Who Is Still Engaged in Agriculture in Vojvodina?

Milka Bubalo-Živković ^{a,*}, Bojana Kalenjuk ^a, Tamara Lukić ^a, Bojan Đerčan ^a

^a University of Novi Sad, Serbia

Abstract

In the territory of Serbia after the Second World War, the largest percentage of the population was engaged in agriculture. Industrialization in the post-war period and intensive rural-urban migration have led to a significant reduction in the number of people still engaged in agriculture. There are some differences in certain ethnic groups. In some groups, larger number of inhabitants stayed in the countryside and were engaged in agriculture, while in others, there was more intensive abandonment of the countryside and relocation to cities or departure from Serbia to some other country.

The aim of this paper is to determine which ethnic groups, according to the Census of Population in 2011, are mostly engaged in agriculture in the area of Vojvodina, at the time when the percentage of the agricultural population in the northern Serbian province is reduced to only 4.4 % or to around 85,000 inhabitants. The analysis used data on the agricultural population and ethnic groups of the Statistical Office of the Republic of Serbia. Detailed data by ethnic groups were obtained by additional processing of the data of the Statistical Office of the Republic of Serbia. Descriptive statistics were used for data analysis, and the cartographic method was used for the clear presentation of the obtained results.

Keywords: agricultural population, ethnic groups, Vojvodina.

1. Initial considerations

Region of Vojvodina, in geographical terms, includes the northern part of Serbia, northwards from Sava and Danube. It consists of three mesoregional units: Banat, Bačka and Srem. In statistical terms in the territory northwards from the Sava and Danube rivers, the Region of Belgrade stands out, which includes the southwestern part of Banat and the south-eastern part of Srem. Vojvodina covers one quarter of Serbia, and about 27 % of the population of Serbia lives on its territory.

The majority population in Serbia is made up of Serbs, who participate in ethnic structure with 83.3 %. Other ethnic groups are also present, but the largest percentage is made up of Hungarians (3.5 %), Roma (2.1 %) and Bosnians (2.0 %). Other ethnic groups are also significant, but they participate in ethnic structure with less than one percent.

In Vojvodina, Serbs are also the majority population. According to the 2011 Census, they accounted for 66.8 % of the total population. They are followed by Hungarians (13.0 %), Slovaks (2.6 %), Croats (2.4 %) and Roma (2.2 %). The ethnic groups of Albanians and Gorani who inhabit

* Corresponding author

E-mail addresses: miladin32dus@yahoo.com (M. Bubalo-Živković), bojanakalenjuk@yahoo.com (B. Kalenjuk), snstamara@yahoo.com (T. Lukić), bojandjercan@yahoo.co.uk (B. Đerčan)

in larger number the south of Serbia should be singled out here, but they are also present in the area of Vojvodina. According to the statistics, Albanians make only 0.1 % in Vojvodina, however, there are significantly more of them. Members of this ethnic group have boycotted Population Censuses on the territory of Serbia since 1991, so the numerical status of this ethnic group in Serbia is unknown. According to the 2011 Census data, undecided and undeclared were recorded, with 2.2 % in Serbia and 4.2 % in Vojvodina of the total population. Research on the change in the gender and age structure of the population in the area of Vojvodina, carried out in 2016, indicated that the members of the Albanians, Bosniaks and Gorani are those who are largely undecided and undeclared. This is indicated by age pyramids, which is regular, expansive with the undeclared and undefined, as well as with Albanians, Gorani and Bosniaks. In addition, other indicators of the sex-age structure of the population, such as the age index, arithmetic age of the population, medial age of the population, age coefficients, in the undeclared are the most similar to the values of these ethnic groups (Bubalo-Živković, 2017). In the territory of Serbia, 21 ethnic groups with more than two thousand members were separated. In the group “Others” are all members of ethnic groups with less than two thousand members, including the Czechs, Egyptians, Jews, Ashkali, and others (Internet 1). The multiethnicity of Serbia is the highest in the north of Serbia, that is, in the Region of Vojvodina.

Different ethnic groups have different primary activities, and thus a different share of the agricultural population. The aim of this paper is to determine which ethnic group has the largest share of the agricultural population and which is the least engaged in this activity. Namely, the aim is to determine which ethnic groups have kept agriculture as a significant activity to this today, as several centuries ago when they settled in these areas.

2. Historical immigrations to the area of Vojvodina and connection with activities of certain ethnic groups

The area of Vojvodina was a constant migration area. It has been inhabited since prehistory. A number of sites from pelolite, mesolite and neolite have been found which indicate the continuing population (Kovačević, 2009). The population settled in these areas due to favorable living conditions, sufficient water and fertile land. The greatest influence on today's ethnic structure of Vojvodina has been made by migrations from the beginning of the 18th century to the present. War events, natural conditions, political and historical circumstances that led to emigration and immigration have resulted in the ethnic structure as it is today.

During the rule of Charles VI, the first immigrations of the Germans were performed from 1712. The settlements were intensified after the Peace of Pozarevac in 1718 and the proclamation of Count Florimund de Mercy as governor of Timisoara's Banat. In addition to the Germans, Italian, French and Spanish populations were also settled. Spaniards and Italians were settled for the purpose of raising industrial agriculture, the development of horticulture, viticulture and fruit growing. They were necessary for the construction of a melioration system in the wetland Banat, but also roads and bridges. By colonization during the time of Charles VI, between ten and twenty thousands of Germans were moved to the Banat area, and the exact number moved to other parts of today's Vojvodina is unknown. The colonization of the Germans continued during the rule of Maria Theresa, as well as during the rule of her son, Joseph II. Not only Germans were moved, but also Hungarians, Slovaks, Czechs, Bulgarians, Ruthenians, Jews, Armenians, Gypsies, Arbanasi. In general, the colonization included members of nations from whom the Vienna Court could have any benefit, political or economic. During the 19th century, the colonization of today's territory of Vojvodina continued. The Germans who were engaged in agriculture and crafts were still resettled. The Hungarians were engaged in agriculture, according to Jankulov (2003) with the cultivation and tobacco planting. Also during the 19th century, the Romanians were mostly settled in Banat. The colonization of Romanians had a commercial goal that was “the development of livestock farming in the wide grasslands of Banat”. Bulgarians were colonized, too, for economic reasons – “horticulture development”. The Slovaks, as colonists, were the best, because they were “hard-working, persistent and satisfied with a small amount of food”. In addition, the Slovaks were compatible with the Hungarians in cultural and political terms. Gypsies that were settled were also useful to the authorities. Even back then, they were “wandering” without livestock and certain occupations. Some of them were engaged in blacksmithing and silversmithing, drilling, playing, and foretelling, and they mostly dealt with stealing and collecting old things.

The colonization of the area of today's Vojvodina during the 18th and 19th centuries was done for economic reasons, in order to increase the arable land, to improve the way the land is cultivated, as well as the specialization of some sectors of agricultural production. The Serbs lived in the area northwards from the Sava and the Danube before the intensive settlement of these areas took place during the 18th and 19th centuries. A large number of Serbs were settled during the Great Migrations of the Serbs in 1690 under the patriarch Arsenije Čarnojević. The Serbs mostly settled in the Military Frontier where they had certain privileges. They were engaged in agriculture, but they also fought for the Austrian and Hungarian authorities.

During the 20th century, intensive ethnic changes in this area continued, including the emigration of the German population, and the further immigration of the Serbian population. A significant influx of the population occurred after the First World War, with immigration of the population from the regions of the newly emerged state, the Kingdom of Serbs, Croats and Slovenes. The settlement was carried out because of arable agricultural land and numerous agricultural households that were left empty after the emigration of the German population from these areas after the breakup of the Austro-Hungarian state. For the same reasons, the settlement of the population continued after the Second World War. However, in the second half of the 20th century, rural-urban migration took place, which led to the extinction of villages.

Over the last decades, migration have been mainly directed towards moving from the Vojvodina area, which together with negative natural growth leads to a constant decrease in the number of inhabitants. In addition, Vojvodina still has many ethnic groups, which gives it the epithet "Little Europe".

Traditional occupations of some ethnic groups that characterized them eventually changed. This was influenced by deagrarianization, industrialization, as well as the development of technology, and over the last decades due to the intensive development of the IT sector. Today, it is increasingly difficult to associate some activities to specific ethnic groups. This may be one of the last moments when these differences can be observed, while further economic development will even more reduce the differences due to globalization, cultural and ethnic equalization of ethnic groups, not only in Serbia, but also worldwide.

3. Subject and methods

This paper analyzes the status and differences among economically active population by ethnic groups in the region of Vojvodina as well as among economically active population by activities. In other words, socio-economic indicators of differences between ethnic groups were analyzed here. The paper uses the data on economically active population that is engaged in occupation by activity and ethnicity and data on population according to ethnicity and economic activity. The paper uses data on the agricultural population from the Censuses 1961, 1971, 1991 and 2002 for the analysis of trends in agricultural population in the area of Vojvodina. The analysis of the agricultural population by ethnic groups used the data of the Statistical Office of the Republic of Serbia, which were obtained after additional processing of 2011 census data. The agricultural population is singled out from the group of economically active individuals who are engaged in occupation. Based on economic activity, individuals are divided into economically active and economically inactive. Economically active individuals are those who pursue occupations and the unemployed. Economically inactive include children under the age of 15, retirees, persons with property income, pupils and students, as well as persons who perform only household tasks in their household. Data for economically active persons are collected for persons aged 15 and over. The maximum age limit is not defined due to the fact that persons can be active even after leaving the so-called labor contingent (15-64 years) (RZS, 2014a; RZS, 2013). The group of economically active population was analyzed by activities, that is, for the purposes of this research, the population engaged in agriculture was analyzed. Activities represent the type of production or activity that is performed in an enterprise, store, institution, cooperative, private store (craft, trade, catering, etc.) in which the person is working. 2011 Census 2011 displays data by activity in accordance with the 2010 Business Classification Regulation. This classification of activities is fully comparable to the international classification of activities NACE Rev. 2, which is divided in the classification system into sectors, areas, branches and groups (RZS, 2014b).

It is necessary to emphasize here that the question of ethnicity is formulated as an open-ended question with a legal instruction that, according to Article 47 of the Constitution of the

Republic of Serbia, citizens are not obliged to declare their ethnicity. Thus, in the 2011 Census, the highest international standard was met, according to which every person was guaranteed the right to free expression of his/her ethnicity (RZS, 2012a).

In this paper, a method of descriptive statistics was used to analyze economically active population by national groups, as well as to analyze economically active population by activity and national groups. The cartographic method was used to display statistical data.

4. Research results and discussion

The area of Vojvodina has been an agricultural region, both before the Second World War and over the decades after the mentioned war. According to the Population Census in 1948, more than two thirds of the population in Vojvodina was engaged in agriculture. Until 1953, the percentage of agricultural population declined slightly and amounted to 63.4 %. After the 1950s there was a more intensive reduction in the number of inhabitants engaged in agriculture. This process has been induced by an intense industrialization that has, since the 1960s, had an increasing impact on the emigration from villages and urban-oriented migration. In 1991, in Vojvodina, 13.6 % of the population was engaged in agriculture (Čobanović, Petrović, 2006). According to the latest 2011 Census, only 4.4 % of the economically active population is engaged in agriculture. This led to the extinction of villages. The deagrarization process in the former Yugoslavia is characterized as the fastest deagrarization in the world. From villages to cities, in the former Yugoslavia, in just 50 years, about eight million people have been moved. Such processes in the world lasted for a century and a half (Pejanović, Njegovan, 2009).

Table 1. Share of agricultural population in the total population of economically active population in Vojvodina's municipalities (%)

	2011.	2002.	1971.	1961.
Vojvodina	4.4	10.6	39.0	56.1
Ada	6.3	16.3	30.1	52.1
Alibunar	7.6	24.2	68.0	75.4
Apatin	5.4	9.2	31.6	42.1
Bač	10.6	18.4	63.2	73.4
Bačka Palanka	4.3	10.6	39.5	56.0
Bačka Topola	9.0	16.8	24.0	62.2
Bački Petrovac	8.7	18.3	56.5	64.3
Bela Crkva	7.0	19.2	51.2	57.3
Beočin	2.0	6.6	31.4	40.6
Bečej	8.2	15.9	42.7	54.3
Vrbas	2.8	4.4	30.7	42.8
Vršac	3.7	11.3	43.0	51.7
Žabalj	5.3	14.8	57.4	64.5
Žitište	13.7	26.1	73.4	80.0
Zrenjanin	3.6	8.3	29.4	40.9
Indija	3.8	8.9	36.3	48.6
Irig	1.1	19.6	48.9	53.8
Kanjiža	11.1	22.7	51.1	61.7
Kikinda	3.2	7.6	37.3	54.2
Kovačica	8.2	24.1	63.1	70.6
Kovin	7.7	18.3	59.9	67.8
Kula	5.2	7.1	36.7	54.9
Mali Idoš	4.8	14.6	48.5	63.1

	2011.	2002.	1971.	1961.
Nova Crnja	7.7	23.1	70.1	79.9
Novi Bečej	8.0	14.1	45.9	58.3
Novi Kneževac	9.7	20.8	57.0	69.4
Novi Sad	0.8	1.9	11.1	17.9
Opovo	10.1	27.7	67.1	74.1
Odžaci	5.2	9.6	40.7	52.3
Pančevo	1.7	5.0	25.9	38.3
Pećinci	7.3	23.4	75.4	83.9
Plandište	8.1	15.4	66.7	78.9
Ruma	4.3	11.7	39.5	57.6
Senta	5.9	16.1	34.6	43.6
Sečanj	8.5	22.8	59.2	70.3
Sombor	1.2	11.7	38.2	46.0
Srbobran	6.2	17.3	55.0	70.5
Sremska Mitrovica	7.3	13.9	41.2	58.7
Sremski Karlovci	1.2	2.5	17.3	50.4
Stara Pazova	2.1	6.9	34.6	49.3
Subotica	3.4	8.1	30.2	39.2
Temerin	2.8	6.9	31.1	49.4
Titel	7.0	16.6	54.4	66.5
Čoka	13.1	22.7	57.6	70.8
Šid	7.0	17.1	54.3	59.1

Source: SORS, *Agricultural population, Population Census 1961. Book XV, SFRY, Belgrade, 1966*; SORS, *Agricultural population, Census of Population and Housing 1971. Book XI, SFRY, Belgrade, 1973*; SORS, *Households, agricultural population and household agricultural holdings, Census of Population, Households and Housing in 1981, Table 195, SFRY, Belgrade*; SORS, *Agricultural population, Population and Housing Census 2002, Belgrade*; SORS, *SORS, 2016, Economically active population engaged in occupation by activity and ethnicity, Additional data processing, 2016, Belgrade*.

In the middle of the twentieth century (1961), the largest agricultural population was in Banat municipalities, Žitiste (80.0 %), Nova Crnja (79.9 %), Plandište (78.9 %), Alibunar (75.4 %), Opovo (74.1 %) and others. A large percentage of the agricultural population was also found in some Srem municipality, such as the Pećinci municipality, where 83.9% of the agricultural population was recorded. The smallest number of inhabitants who were engaged in agriculture was in large centers such as Novi Sad (17.9 %), Subotica (39.2 %) and Pančevo (38.3 %) (Table 1).

Each year there was a successive decline in the number of agricultural population. At the beginning of the second decade of the 21st century, out of 45 municipalities in the area of Vojvodina, only five of them had more than 10 % of the agricultural population of the total number of economically active inhabitants (Žitište 13.7 %, Čoka 13.1 %, Kanjiža 11.1 %, Bač 10, 6 % and Opovo 10.1 %). The smallest number of the agricultural population lives in the municipality of Novi Sad, only 0.8 %. There is also a small number of inhabitants engaged in agriculture in some other municipalities, such as Sremski Karlovci, Sombor, Pančevo and Irig. A successive decline in the share of agricultural population in the municipalities of Vojvodina is showed by Table 1 and Figures 1, 2, 3 and 4.

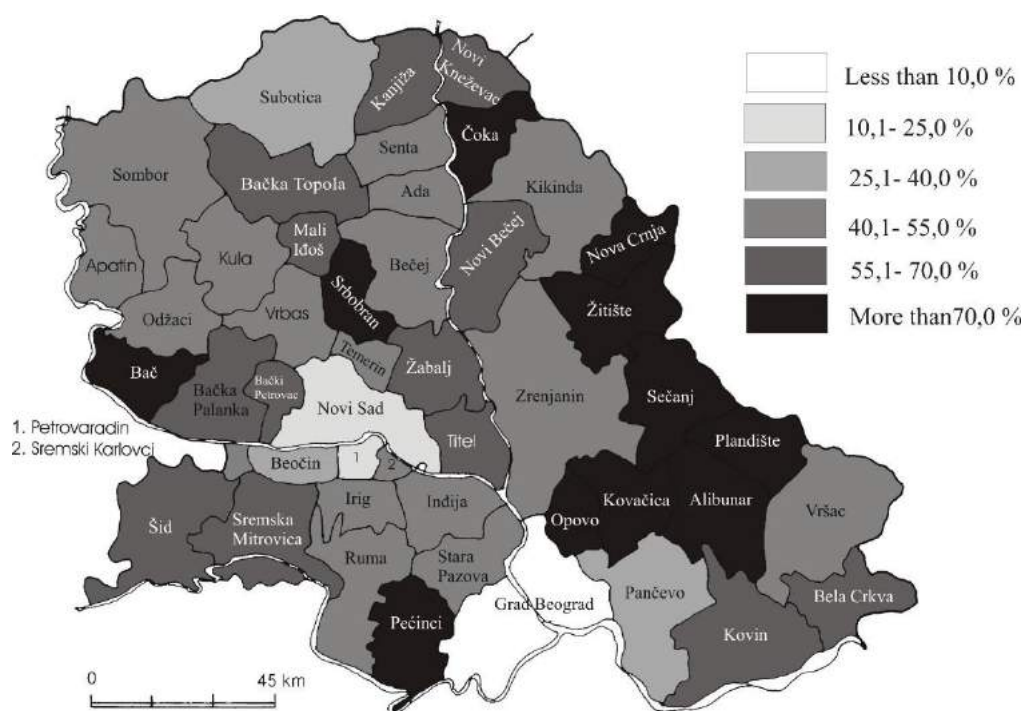


Fig. 1. Share of agricultural population in municipalities of Vojvodina according to the 1961 Census data

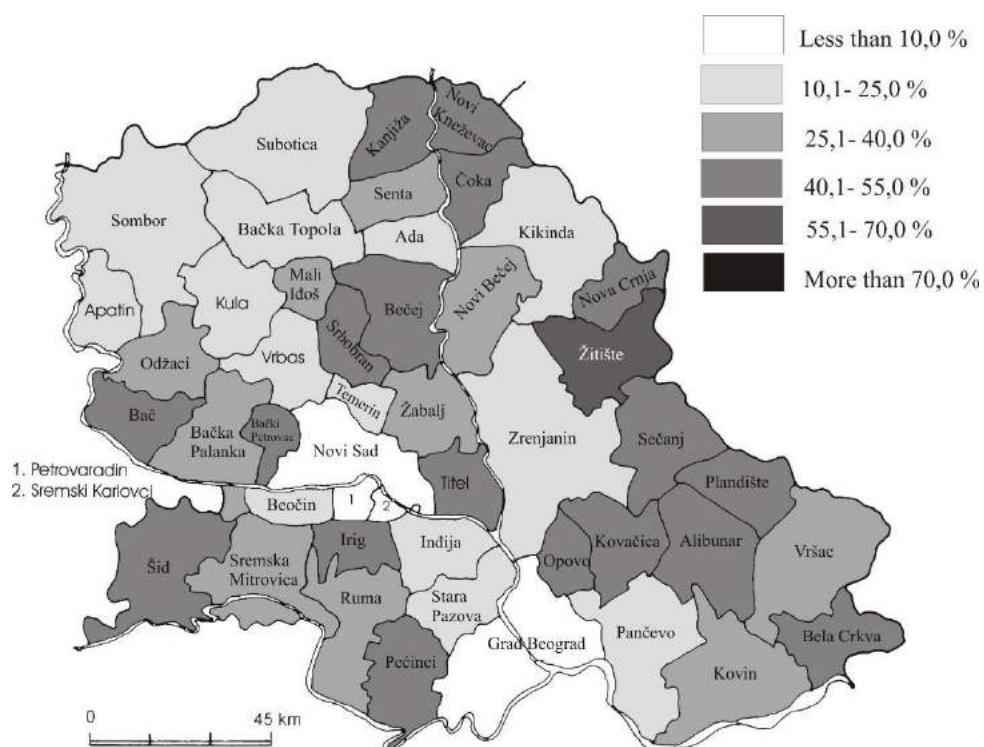


Fig. 2. The share of agricultural population in the municipalities of Vojvodina according to the 1991 Census data

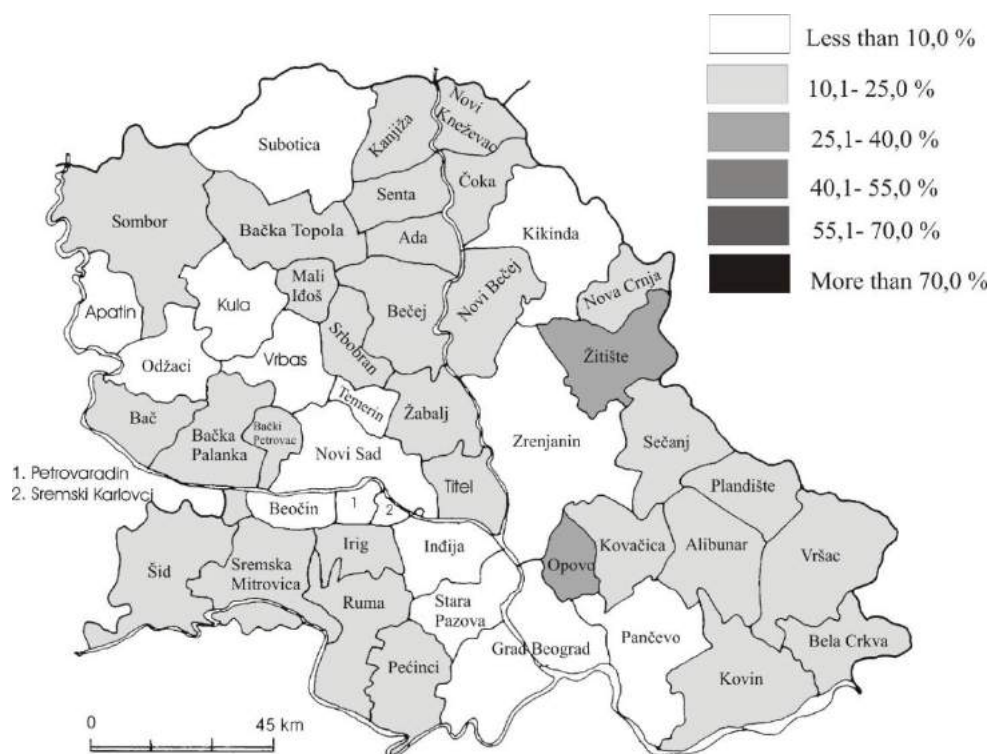


Fig. 3. The share of agricultural population in the municipalities of Vojvodina according to the 2002 Census data

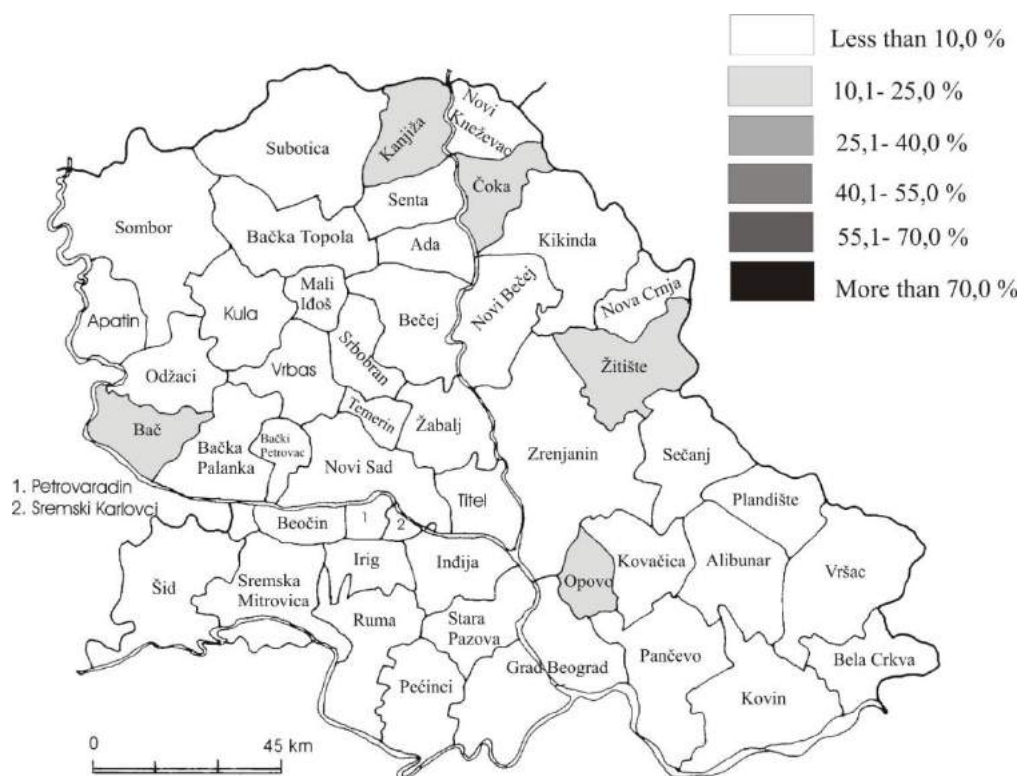


Fig. 4. Share of agricultural population in municipalities of Vojvodina according to the 2011 Census data

The tendency of permanent migration of the population to the larger urban centers will continue to have a negative impact on the agriculture of Vojvodina. Without significant

investments in the development of agriculture and subsidies by the government, it is difficult to expect that there will be more evident growth and development of agriculture. Despite the small share of the agricultural population, it is interesting to analyze which ethnic groups are the most active in agriculture in Vojvodina to the present. As mentioned, some of the ethnic groups have been moved to the area of today's Vojvodina in order to improve agricultural production. These are Hungarians, Romanians, Bulgarians, Slovaks, Italians, and Spanish. Of the mentioned ethnic groups, in Vojvodina, Hungarians and Slovaks are the most numerous. However, members of other ethnic groups, who settled in the area of today's Vojvodina, immigrated because of the small number of inhabitants, at that time, in this area and uncultivated areas. The process of emigration from villages and small town centers, which lasts for several decades, and concentration in larger cities lead to a continual reduction in the number of agricultural population per unit of agricultural land.

Table 2. Share (%) of agricultural inhabitants of certain ethnic groups in the total number of economically active population, according to the 2011 Census data

Ethnic groups	Total population	Population engaged in agriculture	
		Number	The share in the total number of members of the ethnic group (%)
Serbs	417,602	48,093	11.5
Albanians	822	21	2.6
Bosniaks	245	21	8.6
Bulgarians	470	62	13.2
Bunjevci	5,169	882	17.1
Vlachs	51	18	35.3
Goranci	276	1	0.4
Yugoslavs	4,561	351	7.7
Hungarians	76,903	17,943	23.3
Macedonians	3,058	242	7.9
Muslims	825	104	12.6
Germans	829	108	13.0
Roma	5,022	1,048	20.9
Romanians	6,851	2,895	42.3
Russians	339	20	5.9
Ruthenians	4,635	1,047	22.6
Slovaks	16,154	4,023	24.9
Slovenians	508	32	6.3
Ukrainians	1278	139	10.9
Croats	13,873	2,497	18.0
Montenegrins	7167	527	7.4
Czechs	403	87	21.6
Others	1,684	96	5.7
Undeclared	24,668	2,448	9.9
Regional affiliation	10,888	947	8.7
Unknown	3,053	321	10.5

Source: SORS, *Economically active population engaged in occupation by activity and ethnicity, Additional data processing, 2016, Belgrade.*

Romanians and Vlachs have the largest share of their population in Vojvodina who are still engaged in agriculture. In addition, more than one-fifth of the Czechs, Slovaks, Ruthenians and Hungarians are also engaged in agriculture. The mentioned ethnic groups have a high percentage of the population who live in the place of birth since birth. Poor mobility, that is, small share of migrants, in these ethnic groups is the main reason of higher percentage of the agricultural population compared to other ethnic groups with a higher proportion of residents who migrated from the place of birth (Bubalo-Živković, 2017). According to the Statistical Office of the Republic of Serbia, the Roma are also highly engaged in agriculture (20.9 %) (Table 2), however, research by municipalities found that Roma mostly collect secondary raw materials (Radovanović, Knežević, 2014) and materials for recycling. They are engaged in agriculture more as seasonal workers. Serbs, as the majority population in Serbia and Vojvodina, are engaged in agriculture in a small percentage. Out of hundred economically active inhabitants of Serbian nationality, 11 of them are engaged in agriculture, which is a bit for the agricultural region, such as Vojvodina.

Goranci (0.4 %) and Albanians (2.6 %) are engaged in agriculture in the lowest percentage. Members of these ethnic groups are mostly engaged in processing industry, that is, craftsmanship, baking and confectionery. There is a small share of Russians, Slovenians, Macedonians, Yugoslavs, Montenegrins and Bosniaks who are engaged in agriculture. The Russians are the most educated ethnic group that is mostly involved in education. Macedonians are also engaged in the processing industry, while Montenegrins mostly deal with the state administration. Members of other ethnic groups also have a small share of members engaged in agriculture.

Ethnic groups, such as Romanians, Slovaks, Hungarians who have been settled in this area because of the promotion of agricultural production a few centuries ago, are still the most engaged in agriculture today. Thus, this activity is traditionally dominant in ethnic groups in which it was previously.

5. Conclusion

Plain space, such as Vojvodina, has been confronted with demographic problems, depopulation and emptying of rural settlements for decades. As a result, there is a decreasing number of people who are engaged in agriculture, and especially a decreasing number of young people whose dominant activity is agriculture. Nevertheless, more than one-third of Romanians and Vlachs are engaged in agriculture. And more than one-fifth of Rusyn, Slovaks, Hungarians and Czechs are also engaged in agriculture. Of course, these are significantly lower percentages of the agricultural population of these ethnic groups than a few decades ago, but these are significantly higher than in some other ethnic groups. The problem of agriculture in the area of Vojvodina is not only related to the depopulation of the agricultural population. The problems of agriculture, not only in the area of Vojvodina, but also throughout Serbia, are much deeper and require a number of measures that would lead to the retention of the population in the countryside, as well as the profitability of the population's engagement in this activity. Government support should go through subsidies, but also through maintenance of agricultural production by preserving the traditional characteristics of certain ethnic groups. Supporting agricultural production, such as hop production that is characteristic of the Slovak population, would in any case give even greater effects in the recovery of agriculture in Vojvodina.

6. Acknowledgements

The authors would like to express their sincere thanks to the Provincial Secretariat for Higher Education and Scientific Research of the Vojvodina Province, Republic of Serbia – Project No. 142-451-2356/2018-02, for their financial support.

References

Bubalo-Živković, 2017 – Bubalo-Živković, M. (2017). Starost etničkih grupa na prostoru Vojvodine. U: Etničke grupe Vojvodine u 21. veku – stanje i perspektive održivosti. PMF, Departman za geografiju, Novi Sad, str. 18-45.

Internet 1 – Internet 1: Raduški, N. URL: <http://www.nspm.rs/kuda-ide-srbija/etnicki-procesi-i-nacionalne-manjine-u-srbiji-po-popisu-2011.-godine.html?alphabet=l> (pristupljeno 17. 10. 2017).

Kovačević, 2009 – Kovačević, T. (2009). Ethnic Diversity and its importance for the Vojvodina Region. Celebrating Geographical Diversity, Proceeding of the HERODOT Conference in Ayvalik, Turkey, pp. 17-23.

Jankulov, 2003 – Jankulov, B. (2003). *Pregled kolonizacije Vojvodine u XVIII i XIX veku*. Matica srpska u Novom Sadu, Istorijski arhiv u Pančevu, str. 1-105.

RZS, 2014a – RZS, 2014a. Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. godine u Republici Srbiji, Ekonomski aktivno stanovništvo koje obavlja zanimanje, Knjiga 19, Beograd.

RZS, 2013 – RZS, 2013. Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. godine u Republici Srbiji, Ekonomska aktivnost, knjiga 13, Beograd.

RZS, 2014b – RZS, 2014. Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. godine u Republici Srbiji, Delatnost, knjiga 15, Beograd.

RZS, 2012a – RZS, 2012. Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. godine u Republici Srbiji, Nacionalna pripadnost, knjiga 11, Beograd.

RZS, 2016 – RZS, 2016. Ekonomski aktivno stanovništvo koje obavlja zanimanje prema delatnosti i nacionalnoj pripadnosti, Dodatna obrada podataka, 2016, Beograd.

SZS, Poljoprivredno stanovništvo..., a – SZS, Poljoprivredno stanovništvo, Popis stanovništva 1961. Knjiga XV, SFRJ, Beograd, 1966.

SZS, Poljoprivredno stanovništvo..., b – SZS, Poljoprivredno stanovništvo, Popis stanovništva i stanova 1971. Knjiga XI, SFRJ, Beograd, 1973.

SZS, Domaćinstva... – SZS, Domaćinstva, poljoprivredno stanovništvo i poljoprivredni fondovi domaćinstava, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 1981. godini, Tabela 195, SFRJ, Beograd.

RZS, Poljoprivredno... – RZS, Poljoprivredno stanovništvo, Popis stanovništva i stanova 2002. godine, Beograd.

Čobanović, Petrović, 2006 – Čobanović, K., Petrović, Ž. (2006). Poljoprivredno stanovništvo AP Vojvodine i ruralni razvoj. *Zbornik Matice srpske za društvene nauke*, 121, str. 333-340.

Pejanović, Njegovan, 2009 – Pejanović, R., Njegovan, Z. (2009). Aktuelni problemi poljoprivrede i sela Republike Srbije. *Industrija*, 1, str. 87-99.

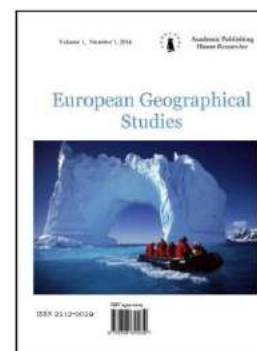
Radovanović, Knežević, 2014 – Radovanović, S., Knežević, A. (2014). *Romi u Srbiji*. Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. u Republici Srbiji, Beograd, str. 1-107.

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7197
2018, 5(1): 42-49

DOI: 10.13187/egs.2018.1.42
www.ejournal9.com



Fauna and Flora Biodiversity in Saros Bay

Rüştü Ilgar ^{a, *}

^a Canakkale Onsekiz Mart University, Turkey

Abstract

As of 21st century, our world became globalized and the consumption of the world resources was constantly increased. Over excessive consumption of the natural resource also brings different type of environmental problem with it. Nowadays, the people are moving from more demolished places to less corrupted places, in terms of recreational activities. But, forcing the limitation of those boundaries will reduce the size and amount of the recreational fields. As a result of that, the governments of many countries take some precaution in order to protect the fields with rich biodiversity, flora and fauna. These regions those intended to be protected called “SEPA – Saros Bay Environmental Protection Area”.

The diversity and richness of fauna and flora in terms of Turkey world constitutes an important part of the ecosystem. Approximately 12,000 species of flowering plants known to grow in the European continent, while in Turkey the number is around 10,000, 3 thousand of them are endemic, so swoop in and other countries of the world in Turkey. In addition, there is non-cultivated, plants are unique to Turkey 2.866 km 1.134 km² marine area with a coastline of Turkey and under the protection of the Mediterranean holds in the first place. Saros Bay, which is one of 16 special environmental protection area in Turkey, harbors its rich flora and fauna with “a northern version of the sea” is known as. 209 species in the Bay marine plants, 108 species of fish, 2 species of marine mammals and 233 species have been identified in marine invertebrates the diversity of the marine ecosystem a total of 552. In studies on fish fauna in the Saros Bay, 3 of the 22 teams that belong to the class, belonging to 59 families are defined type 124. Among these, 28 species belonging to 15 families of cartilaginous, bony fish species belonging to 44 families of the 96. The number of species designated 107 Atlanta 124-Mediterranean, 12 cosmopolitan, 5 species are endemic to the Mediterranean basin, the number of. The variety of underwater life and crystal clear water attracting attention with its charm, welcomes 1 million visitors during the tourist season in bay. The diversity of shapes and a half in need, being an island, it had an effect on biodiversity. Bay marine and terrestrial biodiversity marine and terrestrial ecosystems created by the presence of ekotoon in much of has been effective.

Keywords: Saros Bay, fauna, flora, ecosystem, biodiversity.

1. Introduction

The fact that the biological diversity, and especially the floristic richness, of a country are vitally important is an accepted fact all over the world today. When considering a region as being biologically rich or poor, it is based on the fact that the variety of fauna and flora species in the

* Corresponding author
E-mail addresses: ilgar@mail.com (R. Ilgar)

region is very large or small (Işık, 2000). We need to know their definitions. While fauna is all the animals that live in a region, flora is all the plants that grow in a region. Located in the temperate zone, Turkey is notable for its different properties from many countries around it in terms of its diversity of plants. The number of plant species spreading in Turkey is close to the number of plant species spreading throughout Europe. With the addition of the discoveries made in recent years, it has become clear that Turkey has about 12,000 plant taxon (at the species, subspecies or variety level), of which 3,000 are endemic (Davis et al., 1988; Ekim, 2005; Özhatay and Kültür, 2006). It is one of the richest countries of Europe in terms of endemic species diversity with an endemism rate of 34.4 % (Özhatay, et al., 2009). This property of Turkey is due to the diversity of geographical factors. Numerous geographical factors such as changes in climate characteristics resulting in short distances, variations arising from morphological characteristics, differences of soil types also lead to differentiation and species diversification of vegetation formations (Demir, 2013). It is known that about 60,000 animal species grow in Europe. It is estimated that animal species living in Turkey have a number of 40.000 species known at present, with no complete inventory yet, and that this number may reach the European figure or even pass in the future. We can compare these numbers with those of European countries and our neighbors, especially those given about plants. The richest European countries in terms of flora are the Mediterranean ones. The number of flowering plants in the flora of the richest ones (Greece, Italy, France, Spain, Old Yugoslavia) is between 5-6,000 species. The total number of endemic species in all European countries is around 2600. In Greece, which is the richest, this number is around 1000. If we think that there are 3,000 endemic plant species in Turkey, then we can see how fortunate we are in this regard. The richest Flora among our neighbors is in Iran and around 8,000. Since its flora is not fully written yet, the number of endemic species is not known exactly, but it is thought to be around 2.000 (Ekim, 2002). Moreover, the fact that Turkey was not been affected too much by the four glacial periods of the earth until 12 thousand years of the last 1 million years caused a very different variety in Turkey while thousands of species disappeared in Europe due to the fact that plants that fled, migrate in various ways from the ice coming down from Northern Europe to Mediterranean found Turkey as a kind of refuge area (Ocak, 2012).

The importance of biodiversity increasingly continues from past to present. Biodiversity has provided many services throughout history that human societies are materially, spiritually, culturally and aesthetically dependent. Biodiversity is the basis for the operation of the ecosystem (Harrop, Pritchard, 2011: 474). Similarly, according to the Convention on Biological Diversity, biodiversity is of value both on its own and in ecological, genetic, social, economic, scientific, cultural, recreational and aesthetic aspects. In addition, biodiversity is important for the maintenance and evolution of life support systems in the biosphere (Biodiversity-related Conventions, 1993”).

In the 1960s, Turkey experienced intense environmental problems due to the rapid urbanization and industry, policies that are followed in the field of tourism without consideration of the environmental conditions, and incentives given. Coming to the point of destruction and demolition of nature and some biological riches by environmental problems encountered has resulted in the thought of preserving these places. Areas protected according to the data of the Ministry of Environment and Urbanization are; water, land or marine areas with conservation status governed by the relevant legislation in order to ensure the preservation and continuity of biodiversity, natural and related cultural resources.

Special Environmental Protection Area (SEPA): Areas that have an ecological importance in Turkey and world scale due to the obligation imposed to the party countries by the Convention for the Protection of the Mediterranean sea against Pollution (Barcelona), but that are protected by the Decree of the Council of Ministers because they are under risk of deterioration or destruction due to pressures such as industry, tourism and housing (Ministry of Environment and Urbanization, 2104).

There are a total of 16 special environmental protection areas in Köyceğiz/Dalyan, Fethiye/Göcek, Gökova Bay, Patara, Göksu Delta, Kaş/Kekova, Gölbaşı, Pamukkale, Ihlara, Foça, Datça/Bozburun, Belek, Tuz Gölü (Salt Lake), Uzungöl, Saros Bay and Finike Submarine Mountains determined and announced by the Council of Ministers in Turkey as of 2015. These SEP areas have a marine area of 2,866 km², a terrestrial area of 10,493.08 km², a coastal length of 1,134 km, an area of 13,335.86 km² in total. With these figures, Turkey is the country with the largest environmental protection area in the Mediterranean (Anon 1).

2. Material and Method

In this study, it was aimed to examine Saros Bay Special Environmental Protection Area, one of the 16 Special Environmental Protection Areas, which stands out with its natural richness and geomorphology. The attractiveness that causes the area to be announced as a special environmental protection area and the ecological supply it creates as a result are also to be examined. This study features a qualitative case evaluation study. In the study, the methodology was determined in the light of data provided by the relevant ministry and relevant studies made in the area.

3. Aim and Assumptions

The aim of the study is to provide information that belongs to the fauna and flora of the Saros Bay. In this direction, table maps of fauna and flora of Saros were utilized in the study. Another aim of the study is to examine the impact of announcement of Saros as a special environmental protection area on the fauna and flora of the region.

4. Study Area Location

Saros Bay, which is the study area, is located in the Thrace side of Turkey and it runs along the Çanakkale-Edirne provinces administratively. The Bay, being the northeastern extension of the Aegean Sea, has an area of approximately 730.21 km². The area along the line is surrounded by the Thrace shores in the north and the Gelibolu peninsula in the south (Figure 1). The southern regions, which are on the Gelibolu peninsula side of the Bay, do not allow settlement. The settlement is mostly located in the eastern and northern regions. The highest point in the basin is Mount Koru (385 m.) which is located at the north-north eastern tip of the Bay. The only stream that feeds the basin is Kavak Creek.

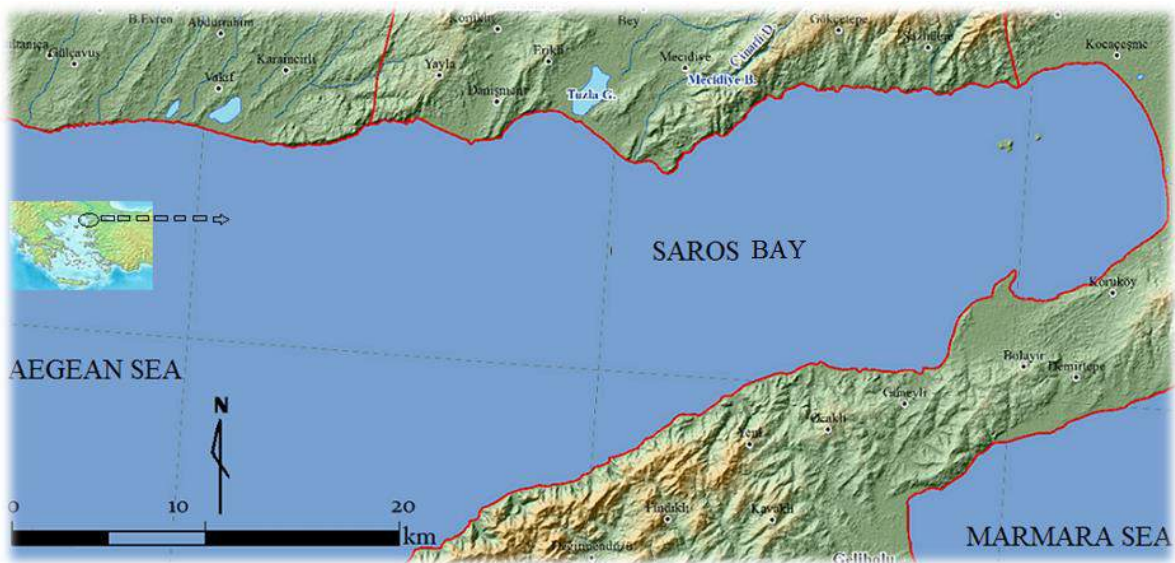


Fig. 1. Study Area, Saros Bay

5. Findings

The Bay was decided according to Article 9 of the Environmental Law No. 2872 on 11.10.2010 by the Council of Ministers and announced as the Special Environmental Protection Area in the Official Gazette with Decision No. 27793 on 22.12.2010. Approximately 75 thousand hectares of the said area has been announced as the SEP Area. Approximately 7 thousand people reside in the area announced as the SEP Area. Saros Bay is described as a large and natural aquarium among marine biologists and diving enthusiasts due to the rich variety of fish it houses. In addition to its protected underwater wealth, its historical and cultural riches of the mainland also put under protection.



Fig. 2. Saros Bay and Other Special Environmental Protection Areas (SEPA) in Turkey

It has been determined that 243 kinds of marine species were living in the researches made in the Bay. However, after 2001, there have been interesting ecological developments, a number of fish belonging to the "Red Sea" have begun to be seen in the Bay waters. One of these, called "ANTIAS", is a species which is expressed as lunate-tailed and has red and yellow colors. And one is a species, called "ZEBRA", with a white vertical stripe on black (Anon 2). The reason for the high living diversity is the abundant oxygen in the Bay waters and the nutrient salts brought by rivers.

The first studies on living diversity of Saros Bay were made by Koç et al. (2004) about the fish fauna of the Bay and 30 species belonging to 21 families were identified. Among these species, 3 are chondrichthyes and 27 are teleost. In the study made by İşmen et al. (2011) on fish fauna in Saros, 22 species belonging to 3 classes and 124 species belonging to 59 families were identified. Of these, 28 species of 15 families are chondrichthyes and 96 species of 44 families are teleost fishes. 124 of identified species are Atlanta-Mediterranean, 12 are cosmopolitan, and 5 are endemic species for the Mediterranean basin. Endemic fish species include: *Callionymus fasciatus*, *Gadiculus argenteus*, *Ophidion rochei*, *Raja radula*. Cosmopolitan fish are; *Carcharias taurus*, *Hexanchus griseus*, *Heptranchias perlo*, *Hoplostethus mediterraneus*, *Lepidopus caudatus*, *Macroramphosus scolopax*, *Raja clavata*, *Raja miraletus*, *Scomber japonicus*, *Squalus acanthias*, *Squalus blainville*, *Zeus faber*.

Saros Bay has a rich flora and fauna because it is fed by the waters of the Black Sea and the Mediterranean Sea and the daylight goes into depths. Some of the species found in the Saros Bay and also met in the depths of the Mediterranean and Aegean Seas are as follows by local names: *Kırmızı Dal Süngerleri* (*Axinella polypoides*), *Mercan Kolonisi* (*Parazoanthus axinellae*), *Sardalya* (*Sardina pilchardus*), *Hamsi* (*Engraulis encrasicolus*), *Lüfer* (*Pomatampus saltador*), *Kefal* (*Liza carinata*), *Uskumru* (*Scomber scombrus*), *Mercan* (*Papellus acarne*), *Mezgit* (*Merlangius merlangus*), *Tekir* (*Mullus surmuletus*), *Orkinos* (*Thunnus thynnus*), *Karagöz* (*Diplodus vulgaris*), *İzmarit* (*Spicara smaris*), *Çırçır* (*Symphodus sp.*), *Gelin* (*Coris julis*), *Kupez* (*Boops boops*), *Hani* (*Serranus cabrilla*), *Mırmır* (*Lithognatus mormyrus*), *Kaya Balığı* (*Gobius bucchichi*), *Karides* (*Periclimenes aegylios*), *Dülger Balığı* (*Zeus faber*), *Müren* (*Muraena helena*), *Mıgır* (*Conger conger*), *İstakoz* (*Homarus gammarus*), *Yengeç*, *Karabaş Balığı* (*Tripterygion tripteronotus*), *Barbun* (*Mullus barbatus*), *Orfoz* (*Epinephelus guaza*), *Böcek* (*Palinurus elephas*), *İskorpit* (*Scorpaena porcus*), *Leopar Kum Balığı* (*Tborogobius ephippoiatus*), *Sinarit* (*Dentex dentex*), *Çipura* (*Sparus aurata*), *Istavrit* (*Trachurus Mediterraneus*), *Sübye* (*Sepia officinalis*), *Deniz Tavşanı* (*Hypselodoris valenciennesi*), *Eşkına* (*Sciaena umbra*), *Köpek Balığı* (*Scylliorhinos canicula*), *Vatoz* (*Raja clavata*), *Fener Balığı* (*Lophius piscatorius*) ve *Ahtapot* (*Octopus vulgaris*)dur (Yaşar, 2011; Edirne İli Çevre Durum Raporu, 2003).

To the north of Saros Bay, in the narrow strip of 40-50 fathoms, demersal and semi pelagic fish such as red mullet, hake, tub gurnard, sea bream, boops boops, salema, picarel are fished. The region is also a hunting ground for native fish such as chup mackerel, sardines and for fish

coming outside the region such as mackerel and blue fish. Although horse mackerel stocks have not developed here, their quantities have reached catchable dimensions. In the Bay, it has been determined that there was about 17,000 tons of horse mackerel stock. It was observed that schools of mackerel survived scattered in the waters of 16-17 degrees between 50-90 meters and were found in the waters with an average of 37 ‰ salinity. Another important aspect of Saros for fishery is that it is suitable for spawning and development of Swordfish. A good Swordfish hunting is made especially in May and June. Marine species such as gilthead sea bream, blue fish, red mullet, sea bream, two banded sea bream, sea bass, gray mullet and octopus are found abundantly in Saros by the season (Anon 4) but main type is sardines.



Fig. 3. Main fish types, Sardine from Soros Bay (Ilgar, 2016)

Saros Bay SEPA (Special Environmental Protection Area) is a location where bluefin tunas, which have several breeding areas around the world, come to breed from the Atlantic. It is strictly forbidden to fish these fish in the Bay until May 26. After this time, the hunting is allowed only for a month. It is forbidden to go beyond the quotas established by the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT) during a month of hunting. Turkey's quota for 2014 is 556 tons (Anon 5). Although the principles related to the hunting of tuna are clearly stated in the directives of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock, the amount of illegal hunting of this fish species in Turkey is increasing every year.

As a result of the project carried out by the Ministry of Environment and Urbanization (2014) to form a basis for the Management Plan and Environmental Plan in Saros Special Environmental Protection Area; A total of 941 species were identified, including 6 endemic species in terrestrial and marine areas and 8 new species in Turkey (Table 1). The project aims to identify biological diversity, to classify, to zone (mapping etc.) endemic, rare, threatened and endangered species and habitats, to reveal their threats and protection measures.

Table 1. Terrestrial and Marine Biological Diversity Of Saros Bay Special Environmental Protection Area (Anon 6)

TYPE SPECIFIED IN TERRESTRIAL ECOSYSTEM				
	Type	Endemic	New registration for Saros Bay SEPA	New Record for Turkey
Veined Plants (plantarum)	176	6	-	-

Birds (avium)	106	-	-	-
Mammals	33	-	-	-
Reptilia and Amphibians	20	-	1	-
Terrestrium invertebrates	54	-	-	-
Total	389	6	1	-
TYPE SPECIFIED IN MARINE ECOSYSTEM				
Marine plantae	209	-	7	3
Fishes (Pisces)	108	-	-	-
Marine Mammalia	2	-	-	-
Marine invertebrates	233	-	-	-
Total	552	-	7	3
General Total	941	6	8	3

The area, which has a rich underwater flora and fauna, is also very important for those interested in underwater activities. The Bay is considered to be one of the 3 seas available in the world for windsurf sport. However, the Bay is one of the three self-cleaning gulf (Hudson Gulf, Baffin Gulf, Saros Bay) in the world. The Bay performs self-cleaning starting on the 15th or 18th day of February, April, July and ending on the 25th or 28th day of the month. The streams created by the cold water at the bottom and the hot water at the surface free the Bay from all garbage and waste materials during these periods. Other factor that contributes to the cleanliness of the Bay is that it is away from industrial plants. With its rich underwater flora – fauna and clear water, it is important for underwater diving enthusiasts. Important diving centers in the Bay are; İbrice Harbor, Cennet, Cehennem, Toplar Cape, Asker Stone, Üç Islands, Minnoş Island, Bebek Rocks, Lundy Wreck (Yaşar, 2011). During the tourist season, 1 million people are accommodated in the Saros region (Anon 3).

The high coasts where limited transport connection is provided have a decreasing risk of concretion and opening to coastal tourism. For this reason, these coasts are characterized by coasts that are remote from pollution, whose sea flora and fauna are protected, and are attractive for underwater diving tourism. Especially the islands that are spread out in front of the high coasts are the most popular diving sites for underwater diving tourism. The gulfs in the islands are less exposed to sea and coastal pollution than the mainland (Doğaner, 2001: 6-7).

On the north and south coasts of Saros Bay, diving spots where the coastal rocks attract quite attention. Asker Stone and Minnoş Island diving sites are a good example of this (Yaşar, 2011). Important projects are underway in Saros Bay for underwater diving tourism to gain an international dimension and underwater diving tourism season to extend. One of these projects is the establishment of an underwater history museum. Within the scope of this museum;

- a- One closed museum area in the form of a "starfish";
- b- Two open museum sites are aimed to be established. In these closed and open museum spaces, Çanakkale Wars will be visualized with monuments and sculptures on all sides (Anon 8).

Within this project, sculptures representing Çanakkale wars were brought under the sea, and then a ship was sunk in September of 2014. Apart from that, it is also considered to sink a scrap aircraft. With such projects, Saros Bay is desired to be made attractive in terms of tourism

(Anon 9). Undoubtedly, these works, which are to be done, will significantly increase the cultural and ecological attractiveness of the region in future.

7. Recommendations

Saros Bay, while being one of the three gulf of the world that can self-clean, takes its place among Turkey's alternative venues in the ascendant in terms of ecological values and tourism with 552 varieties of marine species it incorporates. The Bay, located in the North Aegean Sea, incorporates marine species types unique to both the Black Sea and the Mediterranean Sea due to effects of salty streams flowing into the sea and currents. Some of these species are common antlers sponges, coral colony, sardinella, tuna and blue fish. 7 of the 209 species of marine plants determined are new registers for Saros Bay SEPA Region. 3 of these 7 plants are new registers in terms of endemic plant variety of Turkey. Apart from this, Saros coasts, with respect to the Western Mediterranean and Southern Aegean coasts, are still free from settlement and industry. Care should be taken to protect this characteristic of the Saros. If this feature is carefully maintained Saros Bay, which is close to İstanbul, can be one of Turkey's most attractive diving centers in the following years. Things to do for the achievement of sustainability of the fauna flora and ecological values of the Saros Bay and the development of tourism in the Bay:

- An important negativeness for the underwater diving tourism in Saros Bay is the damage done to the sea flora and fauna by the trawler fishing. Trawler fishing should be reduced to prevent this damage.
 - Many projects such as artificial reef work should be developed to protect marine fauna and flora.
 - Promotion activities should be emphasized for the development of tourism activities in the region.
 - In diving areas, visits by boat or by surfing should not be allowed. Because in such a case, the health and life of the divers can be imperiled. Therefore, boundaries of the places where surfing and diving tourism are done should be drawn definitely.
 - Environmental awareness needs to be developed to protect the ecological variety and the number of marine national parks must be increased.
 - Aquatic products should not be hunted for sportive scuba diving, and no living or non-living thing should be taken out of the water.
 - Checks for compliance with hunting laws should be increased and penalties should be applied to deter illegal hunting.
 - In order to increase diversity of marine species in the region, new species can be brought in which can adapt and can not harm other living things in the long run.
 - By researching and evaluating the effects of the ship, boat and yacht maintenance and repair facilities in the region on the flora and fauna and alternative to transport to a different location should be applied when necessary.
 - The sewerage problem in the Bay settlements should be resolved.
 - The financial resources allocated to the works of conserving biological diversity should be increased.
 - Studies should be done on the development and more widespread use of domestic species.
 - Priority should be given to studies aiming at economic assessment of biological diversity.
- If such measures are taken, tourism activities in the region will be revitalized and sustainability of ecological diversity will be ensured.

References

- Cengiz et al., 2011 – Cengiz, Ö., İşmen, A., Özekinci, U., Öztekin, A. (2011). Saros Körfezi (Kuzey Ege Denizi) Balık Faunası Üzerine Bir Araştırma. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, pp. 31-37.
- Dağlı et al., 2008 – Dağlı, E., Ergen, Z., Çınar, M.E. (2008). The Taxonomic and Ecological Characteristics of Longosomatidae and Spionidae (Annelida: Polychaete) distributed in Saros Bay-Turkey Online of Fisheries Sciences, 2 (3), pp. 198-209.
- Davis, 1988 – Davis P.H., Tan K., Mill R.R. (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands (suppl. 1). Vol. 11. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Edirne, 2003 – Edirne İli Çevre Durum Raporu, Edirne Valiliği, 2003.

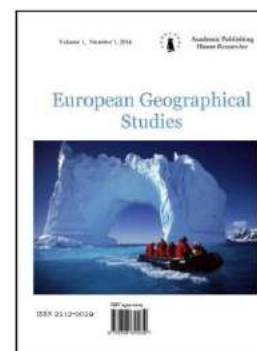
- Ekim, 2002** – Ekim, T. (2002). Türsab Botanik Semineri Notları, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Botanik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ekim, 2005** – Ekim, T. (2005). Bitkiler, Tohumlu Bitkiler, Türkiye'nin Biyolojik Zenginlikleri, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara, pp. 167-195.
- Environmental Law No. 2872 on 11.10.2010** – Environmental Law No. 2872 on 11.10.2010.
- Harrop, Pritchard, 2011** – Harrop, S.R., Pritchard, D.J. (2011). A Hard Instrument Goes Soft: The Implications of The Convention on Biological Diversity's Current Trajectory, *Global Environmental Change*, 21, pp. 474-480.
- Ministry of Environment and Urbanization, 2104** – Ministry of Environment and Urbanization, 2104.
- Ilgar, 2016** – Ilgar R. (2016). A Study on Heavy Metal Content of Sardine (*Sardina Pilchardus*) Caught in the Dardanelles. *Journal of Geography and Geology, Canadian Center of Science and Education*, no.3, pp. 35-41.
- Işık, 2000** – Işık, K. (2000). Biyolojik Çeşitlilik, Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi, Ders Kitabı.
- Demir, 2013** – Demir, A. (2013). Sürdürülebilir Gelişmede Yükselen Değer; Biyoçeşitlilik Açısından Türkiye Değerlendirmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Sayı: 24, pp. 67-74.
- Ocak, 2012** – Ocak, A. (2012). Eskişehir, Afyon ve Kütahya'nın Floristik Çeşitliliği, Biyoçeşitlilik Sempozyumu 22-23 Mayıs, Ankara.
- Official Gazette with Decision** – Official Gazette with Decision No. 27793 on 22.12.2010
- Özhatay, 2006** – Özhatay, N. ve Kültür, S. (2006). Check List of Additional Taxa to The Supplement Flora of Turkey III. *Turkish Journal of Botany*, 30, pp. 281-316.
- Topçu, 2012** – Topçu, F. (2012). Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi; Müzakereden Uygulamaya, Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, Cilt 20, Sayı 1.
- Türkiye...** – Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara, pp. 167-195.
- Yaşar, 2011** – Yaşar, O. (2011). Saros Körfezi Kıyılarında Su Altı Dalış Turizmi. *Zeitschrift für die Welt der Türken. Journal of World of Turks*, 3 (1).
- Yılmaz, 2006** – Yılmaz, R. (2006). Saros Körfezi'nin Turizm ve Rekreatif Kullanım Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Dergisi*, İS. 1, pp. 124-135.
- Anon 1** – Anon 1 [Electronic resource]. URL: <http://www.aksam.com.tr/siyaset/-39-3bakdeniz-39-3bin-en-buyuk-deniz-koruma-alanina-sahibiz-39-3b/haber-51084> (date of access: 25.04.2016).
- Anon 2** – Anon 2 [Electronic resource]. URL: <http://www.sarosresif.com/tr/saros/sualti-zenginlikleri-> (date of Access: 25.04.2016).
- Anon 3** – Anon 3 [Electronic resource]. URL: <http://www.haberturk.com/ekonomi/tatil/haber/665099-bu-deniz-kendi-kendini-temizliyor> (Date of Access: 30.04.2016)
- Anon 4** – Anon 4 [Electronic resource]. URL: <http://www.sarosresif.com/tr/saros/saros-korfezinde-balikcilik-> (Date of Access: 05.05.2016)
- Anon 5** – Anon 5 [Electronic resource]. URL: <http://hayvanozgurlugucevirileri.com/2014/05/02/ozel-cevre-koruma-bolgesinde-orkinos-katliami/> (Date of Access: 05.05.2016)
- Anon 6** – Anon 6 [Electronic resource]. URL: <http://www.denizhaber.com.tr/kesanda-sualti-muzesinde-cesitlilik-artiyor-haber-57357.htm> (Date of Access: 15.05.2016)
- Anon 7** – Anon 7 [Electronic resource]. URL: http://www.radikal.com.tr/fotogaleri/yasam/dunyanin_ilk_sualti_tarih_muzesi_resif_projesinde-990888-6 (date of access: 18.05.2016). URL: <http://www.denizhaber.com.tr/tarih-saros-korfezinin-derinliklerinde-canlandiriliyor-haber-57401.htm> (date of Access: 24.05.2016). URL: <http://www.sarosresif.com/tr/proje> (date of access: 24.05.2016). URL: <http://www.aktifbalikadamlar.org.tr/index.php/kuzey-egebolgesi/saroz-korfesi/> (date of access: 30.05.2016).
- Anon 8** – Anon 8 [Electronic resource]. URL: www.sarosyapayresif.com
- Anon 9** – Anon 9 [Electronic resource]. URL: <http://www.bigacarsambapostasi.com/saros-korfezinde-su-alti-tarih-muzesi-olusturuldu> (Date of Access: 20.05.2016)
- Biodiversity-related Conventions, 1993** – Biodiversity-related Conventions, 1993 [Electronic resource]. URL: <http://www.cbd.int/convention/parties/list/>. (Date of Access: 20.05.2018).

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7197
2018, 5(1): 50-60

DOI: 10.13187/egs.2018.1.50
www.ejournal9.com



Blizzards on the Territory of Georgia

Elizbar Sh. Elizbarashvili ^{a, *}, Mariam E. Elizbarashvili ^b, Liana G. Kartvelishvili ^a,
Mikhail G. Pipia ^a, Shalva E. Elizbarashvili ^a

^a Georgian Technical University, Institute of Hydrometeorology, Georgia

^b Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Abstract

According to the observation of 20 meteorological stations of Georgia the number of days, duration and intensity of blizzards were investigated. The distribution of common, low snowstorms and snow drifting have been analyzed. The number of days of a snowstorm increases with the height of the terrain and in the highland zone of the Caucasus, for the year in average reaches 80-100 days, and on the South Georgian Highlands – 70 days.

The largest number of days, respectively, is 150 and 80 days. Formulas for calculating the annual number of days with blizzards, depending on the height of the terrain in various mountain areas, are obtained. The total duration of blizzards for the year depends on the number of days with blizzards.

Their longest duration is noted in the high mountain zone, where the number of days with blizzards exceeds 100, and is more than 1000 hours.

Blizzards are most intense in the ridge part of the Greater Caucasus (maximum intensity 4-5 points). In the high-mountain zone of the South Georgian Highlands, on the Likh and Adzhar-Imereti ridges, the intensity of a snowstorm is 3-4 points.

In the mountainous regions of Georgia, mostly snowstorms with an intensity of 2 points prevail, their probability exceeds 60 %, with the exception of the Gagra Range, where weak snowstorms with an intensity of 1 point prevail.

Keywords: general and bottom blizzards, snow drifts, number of days, intensity, coefficient of determination.

1. Введение

Метель, это перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы. Метель приводит к перераспределению снега и образованию карнизов, сугробов и других неустойчивых форм снегонакопления. При метелях образуются снежные заносы на дорогах, усиливается сход снежных лавин. Метели вызывают нарушение электропередачи, наносят существенный ущерб сельскому хозяйству. Ухудшая видимость, метели, препятствуют движению всех видов наземного транспорта и авиации, создавая аварийные ситуации и

* Corresponding author

E-mail addresses: elizbar@hotmail.com (E.Sh. Elizbarashvili),
mariam.elizbarashvili@tsu.ge (M.E. Elizbarashvili), lianakartvelishvili@yahoo.com (L.G. Kartvelishvili),
mishapipia@yahoo.com (M.G. Pipia), info@ball.com (Sh.E. Elizbarashvili)

увеличивая число аварий, что часто приводит к гибели людей (Михель и др. 1969; Элизбарашвили, Элизбарашвили, 2012).

Метели отмечаются на всей территории Грузии, однако они особенно опасны в горных районах, на перевальных участках Большого Кавказа, Аджаро-Имеретинском, Лихском, Триалетском хребтах и на Южно-Грузинском нагорье, где преобладают сильные ветры (Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971; Опасные гидрометеорологические явления..., 1983; Элизбарашвили, 2017).

На территории Грузии метели наблюдаются в основном при вторжении холодных воздушных масс в Закавказье с запада или одновременно с запада и востока. Они обычно возникают при прохождении циклонов перед теплыми фронтами, но иногда могут возникнуть и в тылу циклонов при прохождении холодных фронтов.

В данной статье по материалам наблюдений 20 метеорологических станций исследованы число дней, продолжительность и интенсивность метелей, проанализировано распределение общей, низовой метелей и поземки на территории Грузии.

2. Материалы и методы исследования

В исследовании использованы материалы наблюдений 20 метеорологических станций, расположенных на территории Грузии, за период существования наблюдений, а также данные справочников (Научно-прикладной справочник..., 1979; Справочник по климату СССР, 1979).

Для оценки вероятности возникновения общей метели и доли различных видов метелей (общей и низовой метели) в отдельности в общем числе дней с метелями использована теорема умножения вероятностей, согласно которой, вероятность осуществления комплекса независимых событий **A** и **B**, можно рассчитать по формуле (Агекян, 1972):

$P(AB)=P(A)P(B)$, где **P(A)** – вероятность события **A**, **P(B)** – вероятность события **B**.

3. Обсуждение

Основные виды метелей

Различают общую, низовую метель и поземок. Общая метель это интенсивный перенос снега ветром в приземном слое атмосферы, достаточно развитый по вертикали, отмечается при значительной скорости ветра с выпадением снега. Низовая метель, это перенос сухого, ранее выпавшего снега, который поднимается с поверхности земли лишь до высоты нескольких метров. Поземок – перенос ранее выпавшего сухого снега в слое непосредственно прилегающем к земной поверхности (Дюнин, 1963; Хромов, Мамонтова, 1963).

Разделение метелей на виды (общая и низовая метели) не всегда является четким, часто затруднительно их определение. Поэтому в практике метеорологических наблюдений общие и низовые метели рассматриваются совместно, а поземки выделены в отдельную группу. Вместе с тем представляет интерес знать какова доля различных видов метелей в общем числе дней с метелями. Рассмотрим эту задачу для высокогорной зоны большого Кавказа, где зимой 100 % осадков выпадает в твердом виде (Справочник по климату СССР, 1979).

В Таблице 1 представлены вероятности выпадения снега **P(A)** и возникновения ветра со скоростью 6 м/сек и более **P(B)** – факторов способствующих развитию общей метели, а также вероятности совместного осуществления обоих событий за зимние месяцы в высокогорной зоне Кавказа **P(AB)**, рассчитанные с использованием теоремы умножения вероятностей по приведенной выше формуле.

Таблица 1. Пример расчета числа дней с общей и низовой метелью

Характеристика	Мамисонский перевал (2854 м)			Казбеги (3653 м)			Крестовый Перевал (2392 м)		
	Месяцы			Месяцы			Месяцы		
	ХІІ	І	ІІ	ХІІ	І	ІІ	ХІІ	І	ІІ
Вероятность выпадения снега $P(A)$, %	48	50	50	43	40	37	43	43	43
Вероятность ветра со скоростью 6 м/с и более $P(B)$, %	69	70	60	71	72	64	20	27	23
Вероятность общей метели $P(AB)$, %	33	35	30	31	29	24	9	12	10
Число дней с общей метелью	10	11	8	10	9	7	3	4	3
Число дней с низовой метелью	3	2	6	1	2	5	2	1	2
Число дней с поземками (Научно-прикладной справочник..., 1979; Справочник по климату СССР, 1979).	1	2	2	3	4	2	2	3	2

По данным вероятностей общей метели рассчитаны числа дней с общей метелью за месяц, а числа дней с низовой метелью рассчитаны, как разность между числом дней с метелью и числом дней с общей метелью. Эти расчетные данные, а также средние месячные значения числа дней с поземками за зимний период по станциям Крестовый перевал, Казбеги и Мамисонский перевал (Научно-прикладной справочник..., 1979; Справочник по климату СССР, 1979) представлены в Таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что число дней с общей метелью в высокогорной зоне Большого Кавказа за зимние месяцы колеблется в пределах 3-11, в зависимости от местоположения станции. Число дней с низовыми метелями колеблется в меньшем диапазоне- от 1 до 6 дней, хотя в феврале месяце их доля в общем числе дней с метелями существенно увеличивается, что связано с уменьшением повторяемости ветра со скоростью 6 м/с и более. Месячное число дней с поземками еще меньше и составляет 1-4 за месяц. Поземок не является опасным явлением погоды, но может перейти в низовую метель. В целом за год максимальное число дней с поземком в Казбеги (3653 м) составляет 27. На высотах 2200-2500 м число дней с поземком уменьшается до 10-14, в среднегорной зоне не превышает 5, а в предгорных районах наблюдается не ежегодно.

Некоторые авторы (Дюнин, 1963 и др.) выделяют так называемую верховую метель — снегопад при ветре, когда снежинки движутся вместе с потоком воздуха до момента касания ими земной поверхности, где они остаются лежать неподвижно. На официальных метеостанциях верховая метель не регистрируется.

Число дней с метелями

Рассмотрим общие и низовые метели совместно, как наиболее опасное явление. На метелевую деятельность большое влияние оказывают местные орографические условия в особенности высота местности (Рисунок 1).

Из Рисунка 1 следует, что с высотой местности число дней с метелью увеличивается, и в среднем за год в высокогорной зоне Кавказа достигает 80-100, а на Южно-Грузинском нагорье-70 дням. Наибольшее число дней с метелью с метелями соответственно составляет 150 и 80 дней. Здесь метели возникают в течение всего года.

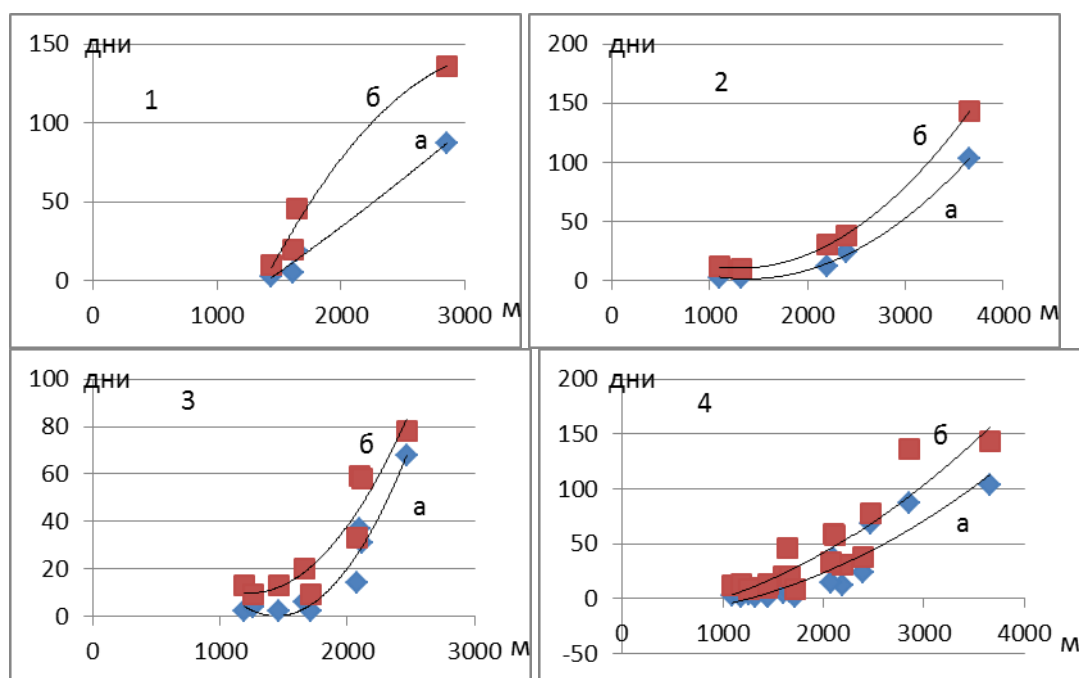


Рис. 1. Изменение среднего годового (а) и наибольшего числа дней(б) с метелью с высотой местности: 1 – Западный Кавказ; 2 – Восточный Кавказ; 3 – Южно-Грузинское нагорье; 4 – Грузия в целом

В [Таблице 2](#) представлены аппроксимации зависимостей, представленных на [Рисунке 1](#), квадратичными функциями, позволяющими рассчитать годовое число дней с метелями в зависимости от высоты местности в различных районах Грузии, а также коэффициенты детерминации.

Из [Таблицы 2](#) следует, что, представленные в ней уравнения вполне удовлетворительно описывают изменение числа дней с метелями с высотой местности. Судя по коэффициентам детерминации, наилучшие результаты получаются для Кавказа, в особенности для его восточной части, свидетельствующие о том, что вклад высоты местности в изменение числа дней с метелями наиболее высокая и составляет 98-100 %. При рассмотрении зависимости в целом для Грузии коэффициенты детерминации уменьшаются, что вызвано различием орографических и ландшафтно-климатических условий станций.

Таблица 2. Формулы для расчета годового числа дней с метелями(y) в зависимости от высоты местности (x) и коэффициенты детерминации (R²)

Район	Среднее число дней		Наибольшее число дней	
	Формула	R ²	Формула	R ²
Западный Кавказ	$Y=0.000004x^2-0.045x+71$	0.98	$Y=-0.000039x^2+0.255x-280$	0.98
Восточный Кавказ	$Y=0.000019x^2-0.054x+39$	0.94	$Y=0.000023x^2-0.062x+51$	0.89
Южно-Грузинское нагорье	$Y=0.000064x^2-0.186x+135$	0.85	$Y=0.000109x^2-0.120x+84$	0.84
Грузия в целом	$Y=0.000009x^2-16$		$Y=0.000012x^2+0.009x-20$	

Число дней с метелями из года в год существенно изменяется (Рисунок 2). В среднегорной зоне Западного Кавказа (Гагрский хребет) годовое число дней с метелями колеблется в пределах 5-50, и в более 50 % случаев составляет 11-20 дней. На Лихском хребте (Мта-Сабуети) диапазон изменения годового числа дней с метелями составляет 11-70, а модальное значение возрастает до 41-50. В гребневой части Большого Кавказа (Мамисонский пер., Казбеги) годовое число дней с метелями колеблется в пределах 31-150, а модальное значение достигает 81-100 дням.

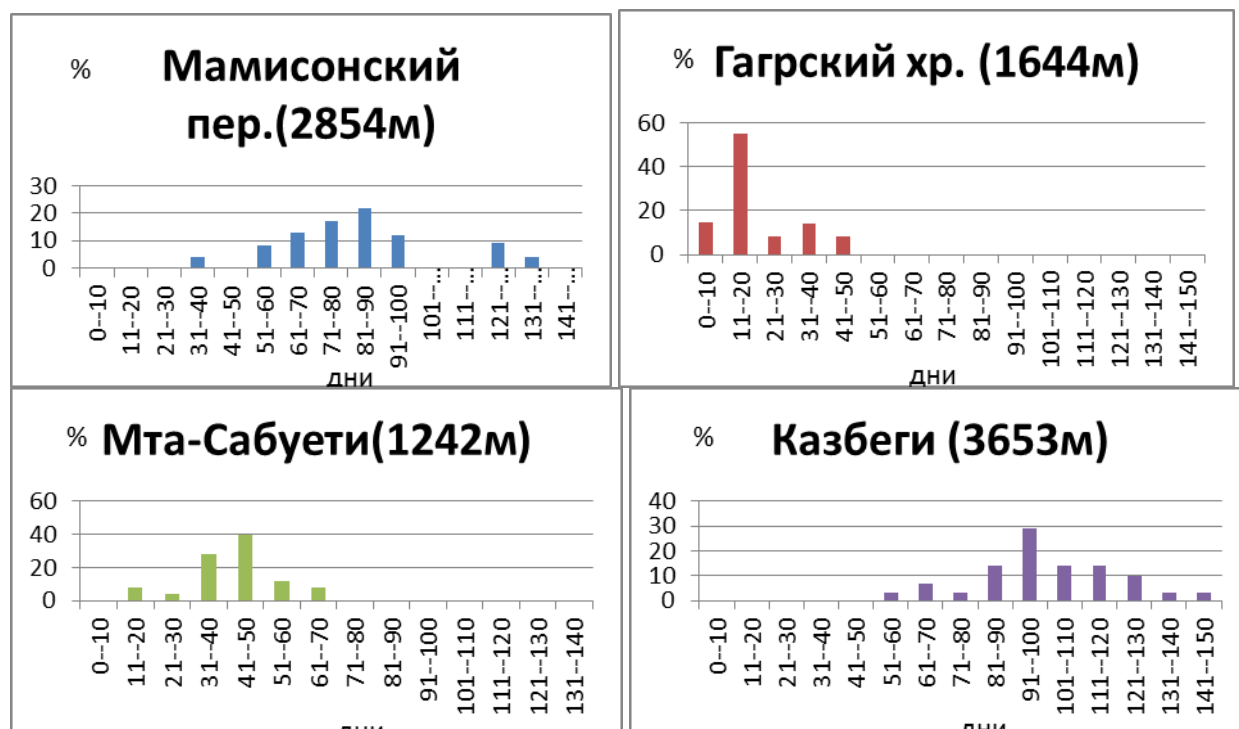


Рис. 2. Повторяемость годового числа дней с метелями

На рисунке 3 представлен годовой ход числа дней с метелями в различных физико-географических условиях Грузии. Из Рисунок 3 следует, что в гребневой части Большого Кавказа (Мамисонский перевал, Казбеги) метели обычное явление и возникают почти в течении всего года. Наибольшей активности метелевая деятельность достигает с декабря по апрель, когда среднее месячное число дней с метелями составляет 10-14, и даже в летние месяцы возможны несколько дней с метелями. В нижней части высокогорной зоны Кавказа (Гудаури) метели отмечаются с ноября по март, в среднем 1-3 дня за месяц. На Южно-Грузинском нагорье (Цхрацкаро) метели возникают с октября по май-июнь, а их наибольшая деятельность отмечается с декабря по март (6-14 дней за месяц). Высокой метелевой деятельностью характеризуется Лихский хребет (Мта-Сабуети). Здесь метели начинаются в сентябре или октябре и заканчиваются в мае. Наибольшее число дней с метелью отмечается в январе-феврале и составляет в среднем 10-11 дней за месяц.

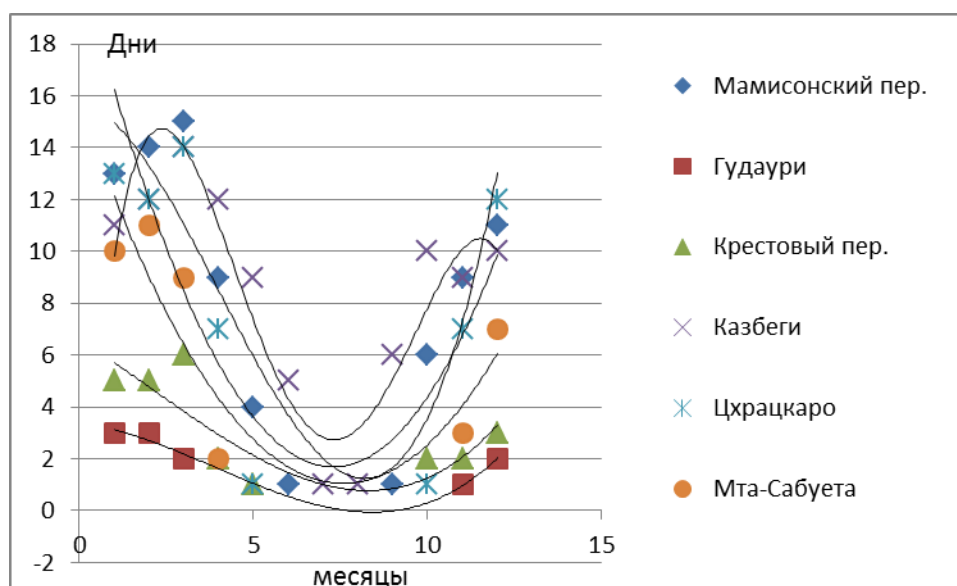


Рис. 3. Годовой ход числа дней с метелями

Продолжительность метелей

Суммарная продолжительность метелей за год зависит от числа дней с метелями (Рисунок 4). Их наибольшая продолжительность отмечается в высокогорной зоне, где число дней с метелями превышает 100, и составляет более 1000 час. Зависимость суммарной за год продолжительности метели от числа дней с метелями довольно тесная, коэффициент детерминации составляет 0.988.

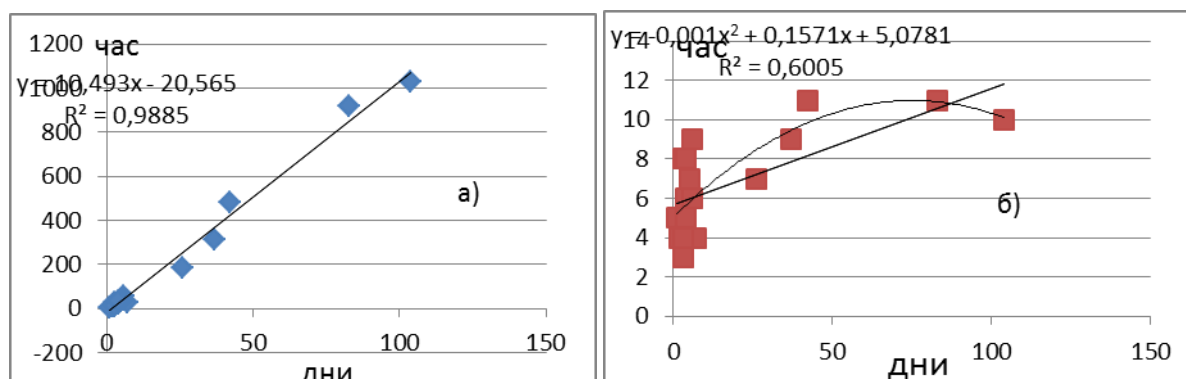


Рис. 4. Зависимость суммарной за год продолжительности метели (а) и продолжительности одной метели (б) от числа дней с метелями за год, соответствующие уравнения регрессии и коэффициенты детерминации (R^2)

Продолжительность одной метели в меньшей степени зависит от числа дней с метелями, коэффициент детерминации составляет всего 0.6. В тех районах, где число дней с метелями за год не превышает 10, продолжительность одной метели колеблется в диапазоне от 3 до 10 час. Наибольшее значение средней продолжительности метели в день с метелью в высокогорных районах территории Грузии составляет 10-11 часов.

На рисунке 5 представлены гистограммы повторяемостей различной продолжительности одной метели.

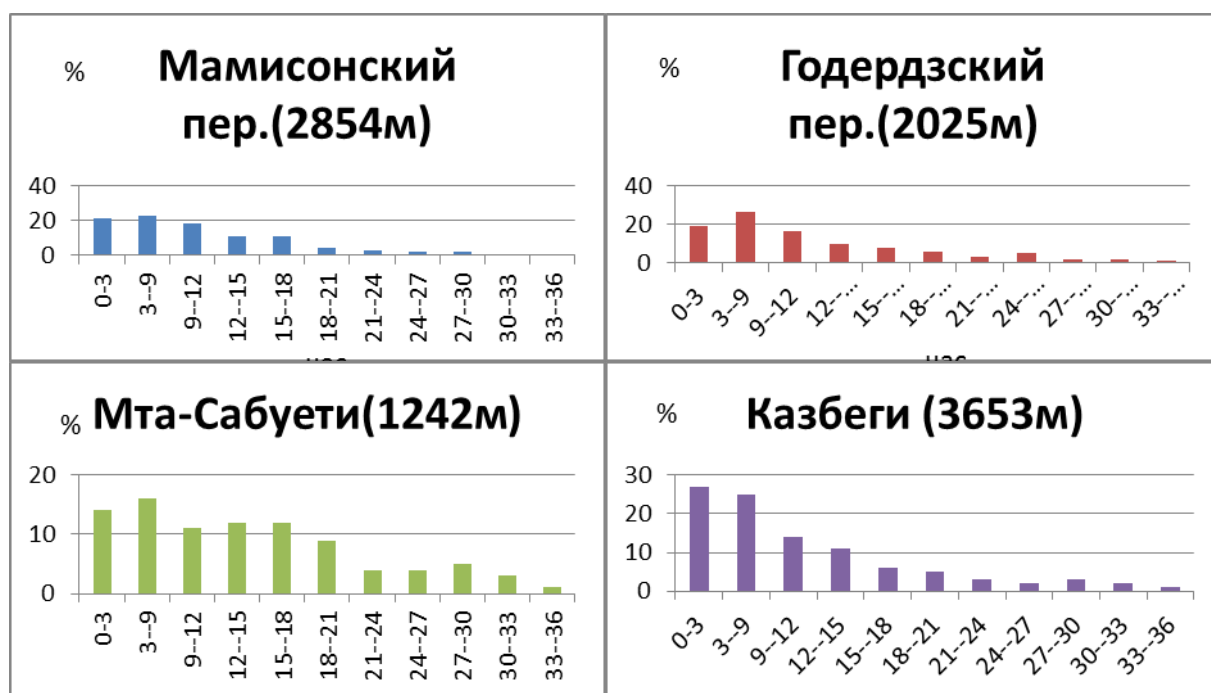


Рис. 5. Повторяемость различной продолжительности одной метели

Из [Рисунка 5](#) следует, что метель может длиться от нескольких минут до нескольких суток, наиболее вероятными же являются первые две градации, когда продолжительность метели не превышает 3 час, или составляет 3-6 час, их суммарная повторяемость составляет на станции Мта-Сабуети 30 %, на Мамисонском и Годзерском перевалах – 44-45 %, а в Казбеги – 52 %. Повторы более продолжительных метелей закономерно уменьшаются. Максимальная продолжительность одной метели, более 96 час, зафиксирована на Годзерском перевале в марте 1965 года. Максимальная продолжительность одной метели составляет в Мта-Сабуети 84, на Мамисонском перевале 64, а на Гагрском хребте 30 час.

Интенсивность метелей

Интенсивность метели зависит от скорости и турбулентности снеговетрового потока, интенсивности снегопада, формы и размеров частиц снега, температуры и влажности воздуха. Общий твёрдый расход метели равен массе снега, переносимой через один метр фронта снеговетрового потока вдоль поверхности земли в течение 1 секунды. По максимальному снегопереносу выделяют метели различной интенсивности (см. [Таблицу 3](#)).

Таблица 3. Классификация метелей по интенсивности

Интенсивность	Баллы	Скорость ветра, м/с	Максимальный снегоперенос, кг/(м/с)
слабая	1	6–10	до 0,2
обычная	2	10–20	до 0,4
сильная	3	20–30	до 1,2
очень сильная	4	30–40	до 2,0
сверхсильная	5	40–90	более 2,0

Источник: [Метель](#)

На [Рисунке 6](#) представлена карта максимальной интенсивности метелей на территории Грузии.

Из [Рисунка 6](#) следует, что интенсивность метелей изменяется в зависимости от физико-географических, в особенности орографических, условий местности. Наиболее интенсивны они в гребневой части Большого Кавказа, где максимальная интенсивность метелей достигает 4-5 балла. Метели частое явление и в высокогорной зоне Южно-

Грузинского нагорья, а также на Лихском и Аджаро-Имеретинском хребтах, где их максимальная интенсивность составляет 3-4 балла. В среднегорной зоне этого же нагорья максимальная интенсивность метелей уменьшается до 2-х баллов.



Рис. 6. Максимальная интенсивность метелей (баллы)

На [рисунке 7](#) представлена гистограмма вероятности различных интенсивностей метелей в различных физико-географических условиях Грузии.

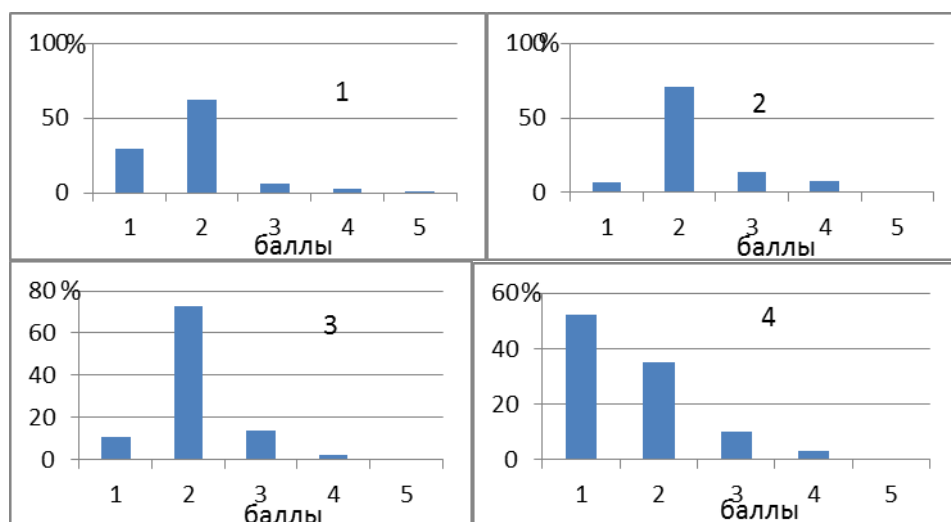


Рис. 7. Гистограмма вероятности различных интенсивностей метелей:
1 – Мамисонский перевал; 2 – Казбеги; 3 – Мта-Сабуети; 4 – Гагрский хребет

Из [Рисунка 7](#) следует, что в горных районах Грузии в основном преобладают обычные метели интенсивностью 2 балла, их вероятность превышает 60 %, исключением является Гагрский хребет, где преобладают слабые метели интенсивностью 1 балл.

Метеорологический режим метелей

Значительная часть метелей на территории Грузии связана с западными процессами, поэтому в большинстве пунктов исследуемого региона во время метелей преобладают ветры с западной составляющей. Это подтверждает и [Рисунок 8](#), согласно которого при метелях в Казбеги и на Мамисонском перевале наиболее вероятны ветры западного направления. Однако, ветровой режим метелей в значительной степени зависит от местных физико-географических, в особенности орографических условий. Так, например, из того же [Рисунка 8](#) следует, что на Крестовом перевале при метелях преобладают северо-восточные ветры (47 %), на Гагрском хребте-юго-восточные ветры (35 %), а на Южно-Грузинском нагорье, в зависимости от местоположения пункта (Цалка, Ахалкалаки, Бакуриани) господствуют северо-западные, юго-восточные и юго-западные ветры. Наиболее часто

скорость ветра при метелях колеблется в пределах 6-13 м/сек, хотя в отдельных участках преобладают ветры со скоростью 14-20 м/сек.

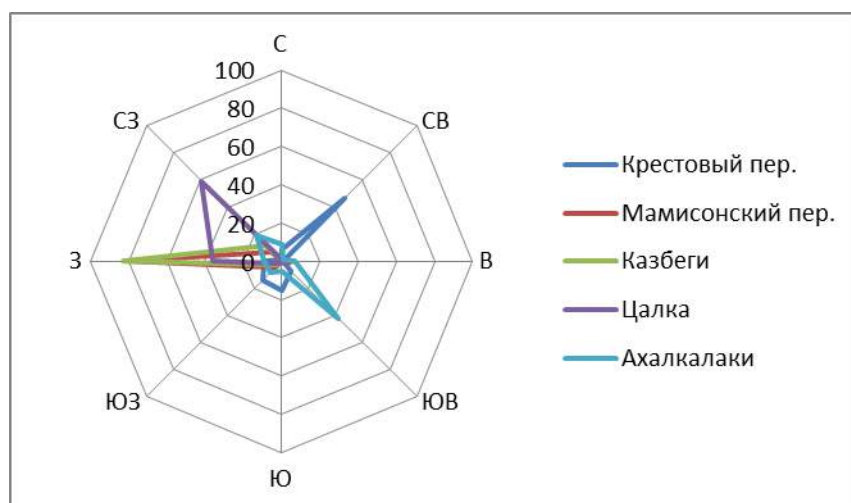


Рис. 8. Повторяемость различных направлений ветра при метелях (%)

Метели наблюдаются в основном при отрицательных температурах (о –минус 20°), когда снег легко переносится ветром. При положительных температурах снег уплотняется и метели возникают очень редко. В высокогорной зоне Большого Кавказа это случается с мая по октябрь, а в среднегорной зоне Большого Кавказа и на Южно-Грузинском нагорье наблюдается весной и летом.

4. Заключение

1. В высокогорной зоне Большого Кавказа число дней с общей метелью за зимние месяцы составляет 3-11, в зависимости от местоположения станции. Число дней с низовыми метелями колеблется в меньшем диапазоне- от 1 до 6 дней, хотя в феврале месяце их доля в общем числе дней с метелями существенно увеличивается, что связано с уменьшением повторяемости ветра со скоростью 6 м/с и более. Месячное число дней с поземками еще меньше и составляет 1-4 за месяц.

2. Число дней с метелью с высотой местности увеличивается, и в высокогорной зоне Кавказа в среднем за год достигает 80-100, а на Южно-Грузинском нагорье-70 дням. Наибольшее число дней соответственно составляет 150 и 80 дней.

3. Суммарная продолжительность метелей за год зависит от числа дней с метелями. Их наибольшая продолжительность отмечается в высокогорной зоне, где число дней с метелями превышает 100, и составляет более 1000 час. Максимальная продолжительность одной метели, более 96 час, зафиксирована на Годзерском перевале.

4. Наиболее интенсивны метели в гребневой части Большого Кавказа (максимальная интенсивность 4-5 балла). В высокогорной зоне Южно-Грузинского нагорья, на Лихском и Аджаро-Имеретинском хребтах интенсивность метели составляет 3-4 балла. В среднегорной зоне максимальная интенсивность метелей уменьшается до 2-х баллов.

5. В горных районах Грузии в основном преобладают обычные метели интенсивностью 2 балла, их вероятность превышает 60 %, исключением является Гагрский хребет, где преобладают слабые метели интенсивностью 1 балл.

6. Метели наблюдаются в основном при отрицательных температурах, наиболее часто скорость ветра при метелях колеблется в пределах 6-13 м/сек.

Литература

Агекян, 1972 – Агекян Т.А. Основы теории ошибок. М.: Наука, 1972. 170 с.

Дюнин, 1963 – Дюнин А.К. Механика метелей. Новосибирск. Изд. СО АН СССР, 1963. 378 с.

Климат и климатические ресурсы Грузии, 1971 – Климат и климатические ресурсы Грузии. Ленинград.: Гидрометеиздат, 1971. 383 с.

Михель и др. 1969 – *Михель Р.Н., Руднева А.В., Липовская В.И.* Перенос снега при метелях и снегопады на территории СССР. Ленинград. Гидрометеиздат, 1969. 203 с.

Научно-прикладной справочник..., 1979 – Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6, вып. 14. Ленинград. Гидрометеиздат, 1979. 347 с.

Опасные гидрометеорологические явления..., 1983 – Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Ленинград. Гидрометеиздат. 1983, 263 с.

Справочник по климату СССР, 1979 – Справочник по климату СССР. Вып.14, часть 2. Ленинград. Гидрометеиздат, 1979. 373 с.

Хромов, Мамонтова, 1963 – *Хромов С.П., Мамонтова Л.И.* Метеорологический словарь. Ленинград. Гидрометеиздат. 1963, 454 с.

Элизбарашвили, 2017 – *Элизбарашвили Э.Ш.* Климат Грузии. Тбилиси. Институт Гидрометеорологии, 2017. 360 с. (на груз. яз).

Элизбарашвили, Элизбарашвили, 2012 – *Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э.* Стихийные метеорологические явления на территории Грузии. Тбилиси. Зеон, 2012. 104 с.

Метель – Метель [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Метель>

References

Agekyan, 1972 – *Agekyan, T.A.* (1972). Osnovy teorii oshibok [Fundamentals of the theory of errors]. M.: Nauka. 170 p. [in Russian]

Dyunin, 1963 – *Dyunin, A.K.* (1963). Mekhanika metelei [The mechanics of snow storms]. Novosibirsk. Izd. SO AN SSSR. 378 p. [in Russian]

Elizbarashvili, 2017 – *Elizbarashvili, E.Sh.* (2017). Klimat Gruzii [The climate of Georgia]. Tbilisi. Institut Gidrometeorologii. 360 p. (na груз. yaz). [in Russian]

Elizbarashvili, Elizbarashvili, 2012 – *Elizbarashvili, E.Sh., Elizbarashvili, M.E.* (2012). Stikhiinye meteorologicheskie yavleniya na territorii Gruzii [Natural meteorological phenomena in the territory of Georgia]. Tbilisi. Zeon. 104 p. [in Russian]

Khromov, Mamontova, 1963 – *Khromov, S.P., Mamontova, L.I.* (1963). Meteorologicheskii slovar' [Meteorological dictionary]. Leningrad. Gidrometeizdat. 454 p. [in Russian]

Klimat i klimaticheskie resursy Gruzii, 1971 – Климат и климатические ресурсы Грузии [Climate and climatic resources of Georgia]. Ленинград.: Гидрометеиздат, 1971. 383 p. [in Russian]

Metel' – Metel' [Blizzard]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Metel'> [in Russian]

Mikhel' i dr. 1969 – *Mikhel', R.N., Rudneva, A.V., Lipovskaya, V.I.* (1969). Perenos snega pri metelyakh i snegopady na territorii SSSR [Snow transfer in blizzards and snowfall on the territory of the USSR]. Ленинград. Гидрометеиздат. 203 p.

Nauchno-prikladnoi spravochnik..., 1979 – Научно-прикладной справочник по климату СССР [The USSR climate handbook]. Seriya 3. Mnogoletnie dannye. Chasti 1-6, vyp. 14. Ленинград. Гидрометеиздат, 1979. 347 p. [in Russian]

Opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya..., 1983 – Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе [Dangerous hydrometeorological phenomena in the Caucasus]. Ленинград. Гидрометеиздат. 1983, 263 p. [in Russian]

Spravochnik po klimatu SSSR, 1979 – Справочник по климату СССР [Applied reference book on climate of the USSR]. Vyp.14, chast' 2. Ленинград. Гидрометеиздат, 1979. 373 p. [in Russian]

Метели на территории Грузии

Элизбар Шалвович Элизбарашвили ^{a, *}, Мария Элизбаровна Элизбарашвили ^b,
Лиана Георгиевна Картвелишвили ^a, Михаил Георгиевич Пипия ^a,
Шалва Элизбарович Элизбарашвили ^a

^a Грузинский технический университет, Институт гидрометеорологии, Грузия

^b Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Грузия

Аннотация. По материалам наблюдений 20 метеорологических станций исследованы число дней, продолжительность и интенсивность метелей на территории Грузии. Проанализировано распределение общей, низовой метелей и поземки.

Число дней с метелью с высотой местности увеличивается, и в высокогорной зоне Кавказа в среднем за год достигает 80-100, а на Южно-Грузинском нагорье-70 дням. Наибольшее число дней соответственно составляет 150 и 80 дней. Получены формулы для расчета годового числа дней с метелями в зависимости от высоты местности в различных горных районах. Суммарная продолжительность метелей за год зависит от числа дней с метелями. Их наибольшая продолжительность отмечается в высокогорной зоне, где число дней с метелями превышает 100, и составляет более 1000 час.

Метели наиболее интенсивны в гребневой части Большого Кавказа (максимальная интенсивность 4-5 балла). В высокогорной зоне Южно-Грузинского нагорья, на Лихском и Аджаро-Имеретинском хребтах интенсивность метели составляет 3-4 балла. В среднегорной зоне этого же нагорья максимальная интенсивность метелей уменьшается до 2-х баллов. В горных районах Грузии в основном преобладают обычные метели интенсивностью 2 балла, их вероятность превышает 60 %, исключением является Гагрский хребет, где преобладают слабые метели интенсивностью 1 балл.

Ключевые слова: общая и низовая метели, поземок, число дней, интенсивность, коэффициент детерминации.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: eelizbar@hotmail.com (Э.Ш. Элизбарашвили), mariam.elizbarashvili@tsu.ge (М.Э. Элизбарашвили), lianakartvelishvili@yahoo.com (Л.Г. Картвелишвили), mishapipia@yahoo.com (М.Г. Пипия), info@ball.com (Ш.Э. Элизбарашвили)